UNIVERSITÉ DE STRASBOURG – FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930-1931 N° 60

ÉTUDE DE L'INFLUENCE

DES

RAYONS ULTRA-VIOLETS ET INFRA-ROUGES

SUR LES

PROPRIÉTÉS MORPHOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES

DU

SACCHAROMYCES CEREVISIAE PASTEUR

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le 27 avril 1931
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(Mention PHARMACIE)

par

M^lle ANDRÉE FINCK
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. A. SARTORY, *PROFESSEUR, PRÉSIDENT*
Y. VOLMAR, *PROFESSEUR* } *JUGES*
E. LOBSTEIN, *PROFESSEUR* }

STRASBOURG
IMPRIMERIE DES DERNIÈRES NOUVELLES DE STRASBOURG
1931

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG – FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930-1931 N° 60

ÉTUDE DE L'INFLUENCE

DES

RAYONS ULTRA-VIOLETS ET INFRA-ROUGES

SUR LES

PROPRIÉTÉS MORPHOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES

DU

SACCHAROMYCES CEREVISIAE PASTEUR

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le 1931
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(Mention PHARMACIE)

par

M^lle ANDRÉE FINCK
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. A. Sartory, *PROFESSEUR, PRÉSIDENT*
Y. Volmar, *PROFESSEUR* } *JUGES*
E. Lobstein, *PROFESSEUR* }

STRASBOURG
IMPRIMERIE DES DERNIÈRES NOUVELLES DE STRASBOURG
1931

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. JADIN, *Doyen*, O ✻, ⚲ I, ♁
A. SARTORY, *Assesseur*, C. ✻, ⚲ I, O ♁
CUVIER, *Secrétaire*.

PROFESSEURS

MM.	JADIN, O ✻, ⚲ I, ♁	Pharmacie chimique.
	A. SARTORY, C. ✻, ⚲ I, ♁ O,	Bactériologie.
	LAVIALLE, ⚲ I, ♁	Botanique.
	LABORDE, ✻, ⚲ I	Chimie organique
	VOLMAR, ⚲ I	Analyse chimique.
	LOBSTEIN, ✻, ♁, ⚲ I	Matière médicale.
	GUILLAUME, ✻, ♁, ⚲.....	Pharmacie galénique

PROFESSEUR HONORAIRE

M. BRÆMER, ✻, ⚲ I, O, ♁

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM.	LABORDE, ✻, ⚲ I	Chimie biologique.
	GUILLAUME, ✻, ♁, ⚲	Zoologie.
	VOLMAR, ⚲ I	Chimie minérale.
	LOBSTEIN, ✻, ♁, ⚲ I.....	Hydrologie et Hygiène.
	BRÆMER, ✻, ⚲ I, O ♁	Législation et Déontologie
	LAPP, A. ⚲	Physique.
	COLLARD, I ⚲, ♁	Toxicologie.
	R. SARTORY	Cryptogamie.

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	LAPP, A. ⚲	Chimie pharmaceutique.
	COLLARD, I ♁, ⚲.....	Chimie et Physique.
	BOHN.....	Histoire naturelle.
	R. SARTORY	Bactériologie et Parasitologie.

A LA MÉMOIRE
DE MES GRANDS-PARENTS

A MON PÈRE
ET A MA MÈRE

A MON FRÈRE
A MA SŒUR

MEIS ET AMICIS

A MONSIEUR A. SARTORY

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

Commandeur de la Légion d'Honneur

A MONSIEUR VOLMAR

Professeur
à la Faculté de Pharmacie
de Strasbourg

A MONSIEUR LOBSTEIN

Professeur à la Faculté de Pharmacie
de Strasbourg
Chevalier de la Légion d'Honneur

INTRODUCTION

La lumière solaire, en traversant un prisme, est décomposée en une continuité de radiations monochromatiques, diversement colorées. En projetant, avec un prisme de quartz, un spectre sur une plaque photographique, on voit, après développement, une image située dans le violet et au-delà du violet. Il existe donc des rayons invisibles à l'œil, plus réfrangibles que le violet; ce sont les radiations ultra-violettes, caractérisées par de courtes longueurs d'onde.

Si le prisme est en sel gemme, on observe un échauffement, surtout au delà du rouge. Les radiations infra-rouges se trouvent dans cette région où l'œil ne perçoit plus aucune lumière; elles sont moins réfrangibles que le rouge, leurs longueurs d'onde sont supérieures à celles des rayons visibles.

Les rayons ultra-violets se différencient nettement des autres radiations par leurs propriétés; celles-ci ont été étudiées par de nombreux auteurs tels que : Nogier (95), Ridder (116), Dorno (41), Pacini (98), Seguin (132), Arnone (6), Lyman (86), Duhem (44), Peemoller et Dannemeyer (101), Rancken (112), E. et H. Biancani (15), Holweck (67), Vignal (144).

Dès 1903, Barnard et Morgan (9) constatent que les micro-organismes ne peuvent se développer lorsqu'on les soumet à l'irradiation ultra-violette. Le pouvoir bactéricide des rayons ultra-violets a été étudié par : Mouton (92), Thiele et Woif (139), Bordier et Horand (20), Cambier (23), Bujwid (21), Oker-Blom (97), Porcelli-Titone (106), Voogt (146), Galeotti (52), Burge (22), Schmidt (130), Œhlschlagel (96), Bedford (10), Gates (55), Kasakevitch et Jacoubov (74), Lagerberg (79).

On a pensé que la propriété bactéricide des rayons ultra-violets pouvait être utilisée à la stérilisation des liquides; à ce sujet de très nombreuses observations ont été faites par : Kernbaum (76), Courmont (33), Nogier (95), Billon-Daguerre (18), Rochaix (118), Henri et Stodel (64), Henri, Helbronner et

Recklinghausen (64), Scal et Feige (126), Marmier (87), Scharff (128), Schwarz et Aumann (131), sur la stérilisation de l'eau, et par : Gerber et Hirschi (57), Lobeck (82), Dornic et Daire (40), Romer et Sames (119), Engel (46), Huyge (70), Gasperi et Sangiorgi (53), Ayers et Johnson (8), sur celle du lait.

Pour que les rayons ultra-violets soient stérilisants, certaines conditions sont nécessaires; d'après Mouton (92), les liquides doivent avoir une faible épaisseur. Oker-Blom (97), Silbermann (133), Duclaux et Jeantet (42), Tsukamoto (140), constatent que l'eau trouble ne peut être stérilisée. Pour Luers et Christoph (85), Courmont et Nogier (33), Vallet (141), les liquides contenant des matières colorantes ou des substances colloïdales, ne laissent pas passer les rayons ultra-violets.

A côté de ce pouvoir bactéricide, les radiations ultra-violettes possèdent des propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Leur propriété physique caractéristique est leur très grande absorbabilité; le quartz, le spath d'Islande, le spath fluor, l'eau pure et un verre spécial, appelé uviol, sont les principales substances qui les laissent passer.

Les rayons ultra-violets déterminent l'effet Hertz-Hallwachs qui consiste en une perte d'électrons négatifs subie par tout métal sous l'influence de leur rayonnement.

Ils provoquent le phénomène de la fluorescence. R. W. Wood, en utilisant un écran en verre uviol, n'obtint que les radiations ultra-violettes de la région dite « gris lavande ». Dans cette partie du spectre, on a encore une très vague sensation de luminosité, sans discerner aucune coloration. Le faisceau de radiations filtrées, ainsi obtenu, constitue la lumière de Wood. Celle-ci permet de déceler, grâce à leur fluorescence particulière, des corps à doses infinitésimales.

En examinant des cultures microbiennes à la lumière de Wood, Arloing, Policard et Langeron (5), ont observé l'émission par ces cultures de lumière fluorescente, leur donnant un aspect caractéristique. Lombard (83), Pougnet (108), ont constaté des oxydations, réductions, modifications allotropiques, produites par les rayons ultra-violets. Berthelot et Gaudechon (13), au cours de recherches sur les propriétés chimiques de ces rayons,

ont reproduit les réactions chlorophylliennes des plantes, en partant d'un mélange de vapeur d'eau et de gaz carbonique, exposé aux ultra-violets.

Y. Volmar (145), a étudié la synthèse photochimique d'hydrates de carbone, la photolyse d'acides-alcools, la photochimie des composés azotés.

Les actions biologiques des rayons ultra-violets sont particulièrement intenses : Raybaud (113), a observé une contraction du protoplasme Mlle Cernovodeanu et Henri (24), des modifications de coloration. Pour Agulhon (1), Chauchard (25) et Mme Chauchard (26), Terroine et Bonnet (138), les diastases sont atténuées. D'après Raybaud (113), Stoklasa, Stranak, Zdobuicky (135), Cluzet et Kofman (30), la germination des graines est activée.

Henri et Mme Henri (63), ont vu la bactéridie charbonneuse prendre des formes nouvelles, et subir des modifications morphologiques et biochimiques, sous l'influence des rayons ultra-violets.

L'action de la lumière ultra-violette sur les champignons inférieurs, a été observée par: Reinhard (115), Lacassagne (78), Nadson et Philippov (93), Tanner et Ryder (137), Dufrenoy (43). Ces auteurs ont tué rapidement des Blastomycètes, en les exposant aux radiations ultra-violettes.

Nous avons recherché quelques actions des rayons ultra-violets sur le *Saccharomyces cerevisiae Pasteur*. Cette levure nous a été donnée gracieusement, ainsi que le moût de bière, par la *Brasserie du Pêcheur* à *Strasbourg ;* nous prions le directeur du laboratoire, Monsieur Schmidt, de trouver ici l'expression de nos plus sincères remerciements.

Notre travail débute par une description de la lampe productrice de rayons ultra-violets, utilisée au cours de nos expériences.

Le chapitre II comprend l'exposé des dosages des rayons ultra-violets.

Le chapitre III traite des milieux de culture employés.

Le chapitre IV comprend l'action des rayons ultra-violets sur des cultures en gouttes pendantes de *Saccharomyces cerevisiae Pasteur*.

Le chapitre V étudie l'action des radiations ultra-violettes sur les dimensions de notre levure.

Le chapitre VI traite du dégagement en gaz carbonique de notre organisme.

Le chapitre VII est consacré à l'étude du pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae Pasteur* irradié par les rayons ultra-violets.

Dans le dernier chapitre nous exposons les variations du pouvoir assimilateur de notre levure, lorsqu'on fait agir les rayons infra-rouges seuls, et associés aux ultra-violets.

Ce travail a été effectué sous la direction du Professeur A. SARTORY, dans le laboratoire de Bactériologie et de Cryptogamie de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg. Nous prions notre Maître de trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Notre gratitude va aussi à Messieurs les Professeurs LOBSTEIN et VOLMAR qui ont bien voulu faire partie du jury de cette thèse. Nous les remercions, ainsi que Monsieur le Professeur JADIN, doyen de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, de l'intérêt bienveillant qu'ils nous ont montré au cours de nos études.

Nous exprimons à Monsieur René SARTORY, chef des Travaux pratiques, chargé de cours à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, et à Monsieur J. MEYER, assistant à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, nos vifs remerciements pour les conseils éclairés qu'ils nous ont donnés avec tant de complaisance.

CHAPITRE I

Lampes productrices de Rayons Ultra-Violets

Les sources d'émission de rayons ultra-violets utilisées généralement sont les arcs électriques.

On emploie, soit des lampes à arc aux charbons, soit des lampes à arc se dégageant en vase clos dans des vapeurs de mercure.

Dans les lampes à arc aux charbons, l'étincelle jaillit à l'air libre entre deux électrodes en charbon. Ce corps peut être pur ou additionné de différents métaux : SAIDMAN, en mélangeant de l'aluminium, baryum, calcium, manganèse, titane, obtient un spectre très riche en ultra-violets. GUILLAUME (59) ajoute un mélange de limailles de fer, cuivre, aluminium, zinc à de la poudre de charbon. Les charbons peuvent être remplacés par des électrodes en fer ou en tungstène.

Dans les lampes à arc à vapeurs de mercure, l'arc jaillit dans de la vapeur de mercure. Ce métal est contenu dans un récipient, appelé brûleur, en quartz transparent.

Les lampes varient suivant qu'elles doivent fonctionner sur courant continu ou alternatif.

Dans le premier cas, elles se composent du brûleur et de pièces latérales; ces dernières sont constituées par des réservoirs destinés à contenir le mercure et dans lesquels aboutissent les électrodes reliant le mercure au circuit d'alimentation. Le refroidissement des extrémités est assuré par des ailettes métalliques, appelées radiateurs. Les électrodes sont généralement constituées par des tiges d'invar taillées en tronc de cône. On fait le vide dans cet ensemble.

Le brûleur comprend le tube illuminant, ayant la forme d'un accent circonflexe asymétrique.

Pour produire l'arc dans la vapeur de mercure on ferme le courant et on bascule le brûleur; une partie du mercure contenu

dans le réservoir anodique rejoint, sous forme d'un filet contenu, le réservoir cathodique; les deux pôles du brûleur sont mis en court-circuit.

En laissant retomber le brûleur, on rompt brusquement le court-circuit, une étincelle jaillit dans le vide : la vapeur de mercure est ionisée, et l'arc s'amorce pour se maintenir d'une façon constante.

Un tel brûleur n'atteint son régime normal qu'après 10 à 15 minutes de fonctionnement. Au moment de l'allumage, étant froid, sa résistance intérieure est nulle, la différence de potentiel entre ses bornes est faible et son débit élevé; mais à mesure qu'il fonctionne il s'échauffe, sa résistance intérieure augmente, et quand au bout de 10 à 15 minutes il a atteint son régime permanent, la différence de potentiel aux bornes est devenue plus grande, tandis que son débit a diminué.

Dans le brûleur Henri George, l'introduction d'un gaz inerte : l'argon rend l'allumage automatique, le régime normal est atteint instantanément.

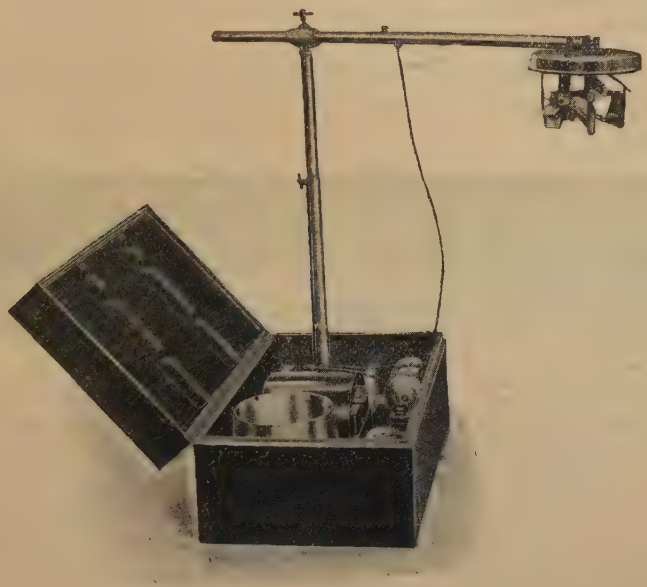
Dans les lampes fonctionnant sur courant alternatif, les brûleurs ont la forme d'un Y. Les deux anodes sont situées aux extrémités des deux branches divergentes de l'Y; les deux cathodes, réunies en une seule, se rejoignent à l'extrémité du pied de l'Y.

A ce brûleur on adjoint un auto-transformateur. Des deux extrémités du secondaire partent les fils qui vont aux anodes, tandis que du milieu se détache un fil qui, après avoir traversé une bobine de self, aboutit à la cathode.

L'allumage se fait par basculement.

L'appareil que nous avons utilisé pour nos expériences, est une lampe en quartz à vapeurs de mercure, type Henri George, fonctionnant sur courant alternatif, fourni par la maison Gallois de Lyon. Il se compose d'un pied support et d'un brûleur, le tout pouvant être contenu dans un coffret en acajou. Le pied comporte un socle en fonte surmonté d'un tube télescopique permettant de faire varier la hauteur de la lampe, et un bras transversal, mobile horizontalement dans une douille. Ce bras supporte à son extrémité une calotte en aluminium poli sur laquelle est

fixée l'armature d'un brûleur. Sur cette calotte s'adapte un réflecteur tronconique en aluminium poli, et amovible suivant l'application projetée.



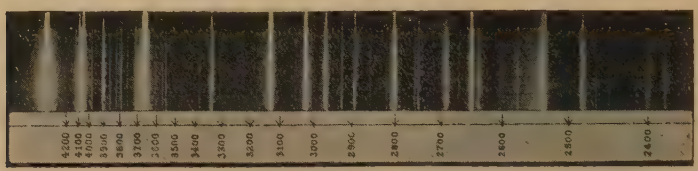
Le brûleur est en quartz, il est constitué par deux tubes illuminants ayant une cathode commune, et terminés chacun par une anode. Les électrodes sont composées d'un cône en métal invar rodé dans le quartz (le métal invar est un alliage d'acier et de 36 % de nickel). Les capacités anodiques et cathodiques sont remplies de mercure. Le brûleur est alimenté par un auto-transformateur; celui-ci donne, à la sortie, avec un fil neutre, deux circuits de 140 volts. Le fil neutre est relié à la cathode du brûleur avec une bobine de self-induction intercalée entre le transformateur et le brûleur. Chaque extrémité du transformateur aboutit à une anode du brûleur. Dans les deux circuits une petite résistance ohmique est branchée en série.

En faisant basculer légèrement le brûleur à la main, on établit une connexion de mercure entre les trois électrodes, on abandonne ensuite le brûleur qui retombe dans sa position normale, le filet

de mercure se rompt près de la cathode et l'arc jaillit dans le vide. Les deux demi-ondes provenant des deux moitiés du transformateur alimentent les deux arcs successivement.

La mise en régime est instantanée; la lumière est très fixe et les ondulations habituelles produites par le courant alternatif sont insensibles.

L'appareil fonctionne sous la tension de 110 volts à 2 ampères 5 d'intensité. Le spectrogramme fourni par la lampe est le suivant :



Nous avons fait toutes nos expériences dans une chambre noire, dont la fenêtre était fermée hermétiquement par des volets noirs afin d'éviter l'action des radiations solaires.

CHAPITRE II

Dosage des Rayons Ultra-Violets

Le dosage des radiations ultra-violettes a été le sujet de nombreuses études.

Des méthodes variées et basées sur des principes différents ont été proposées par : Bering et Meyer (12), Freer et Gibbs (51), Hackradt (60), Passow (99), Luckiesh (84), Rost (120), Dahlfeld (35), Webster, Hill et Eidinow (147), Hill et Eidinow (65), Clark (28), Best et Ridout (14), Gasul (54), Flaschentrager (50), Schall et Alius (127), Duhem et Quivy (44), Cyvin (34), Schiller (129).

Anderson (4) emploie un photomètre fluorescent.

Coblentz (31), un radiomètre recouvert d'un filtre fin d'argent, ne laissant passer que certaines radiations.

Rio (32) utilise la sensibilité du sélénium aux ultra-violets.

Un groupe d'auteurs tels que Dorno (41), Estey (47), Hulubei (69), Mallet et Cliquet (88) préconisent l'emploi d'un ultraviomètre à cellule photo-électrique au cadmium.

L'uviomètre de Kelvin-Bottomley et Baird utilise la décomposition du tétrachlorure de carbone par les rayons ultra-violets.

La quantité de chlore mise en liberté varie suivant l'intensité des rayons et la durée de l'exposition.

Keller (75) adopte une méthode photographique par noircissement d'un papier.

Bordier (20) a imaginé une technique basée sur le changement de coloration de certaines substances exposées aux radiations ultra-violettes; ainsi, le ferrocyanure de potassium, en solution à 20%, vire du blanc au jaune de plus en plus foncé.

Il existe une relation entre la teinte prise par le ferrocyanure et la durée de l'irradiation.

Cet auteur a établi une échelle chromomètrique dont les colorations correspondent à des temps d'exposition qui sont

entr' eux comme les nombres : 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36. Les teintes obtenues sont désignées par les nombres respectifs : 0, I, II, III, IV, V, VI.

Chaque degré de l'échelle correspond à des effets biochimiques déterminés.

Afin d'évaluer les colorations en fonction d'une unité, BORDIER s'est basé sur la propriété que possèdent les rayons ultra-violets de réduire les sels d'argent.

L'unité est représentée par la quantité de rayons ultra-violets qui, agissant normalement sur une solution N/10 d'azotate d'argent et sur une épaisseur de 1 cm. est capable de réduire 1 mmgr. d'argent par cm2.

On calcule le poids d'argent réduit pendant le temps mis par le réactif pour prendre les différentes colorations de l'échelle.

On établit ainsi une relation entre ces dernières et l'unité choisie. On trouve que les valeurs en unités quantitatives de rayons correspondant aux teintes de virage sont les suivantes :

teinte	0	correspondant à	0,5	unités
—	I	—	1	—
—	II	—	2	—
—	III	—	3	—
—	IV	—	6	—
—	V	—	12	—
—	VI	—	18	—

Pour se servir du chromoactinomètre on place une bande réactif sur le même plan que les cultures ou les tissus irradiés et on fait durer l'irradiation jusqu'à ce que cette bande ait pris la coloration de la teinte étalon correspondant au nombre d'unités que l'on veut atteindre.

Pour doser les radiations ultra-violettes émises par l'appareil utilisé au cours de nos expériences, nous avons eu recours à une méthode voisine de celle employée par WUCHERPFENNIG (150).

Cet auteur se base sur la coloration bleue communiquée à l'empois d'amidon par l'iode provenant de la décomposition d'une solution d'iodure de potassium acidulée par de l'acide sulfurique, exposée aux rayons ultra-violets.

Dans un flacon, WUCHERPFENNIG a mis :

25 cc. KI à 1 %
25 cc. SO^4H^2 à 5,3 %
VI gouttes d'empois d'amidon à 1 %

et dans un autre flacon :

25 cc. KI à 1 %
25 cc. SO^4H^2 à 5,3 %
VI gouttes d'empois d'amidon à 1 %
1 cc. d'hyposulfite de soude N/400

Avant toute irradiation, on ajoute une solution d'iode N/200 jusqu'à apparition de la coloration de l'empois d'amidon.

Dans le premier cas, 0 cc. 03 sont nécessaires.

Dans le deuxième cas, il faut 0 cc. 53.

(La différence 0,53—0,03 correspond au cc. d'hyposulfite de soude ajouté.)

WUCHERPFENNIG expose aux radiations ultra-violettes le premier flacon. Il note le temps mis par l'amidon à se colorer. A ce moment la quantité d'iode libérée, provenant de l'iodure de potassium est égale à 0 cc. 03 d'iode N/200.

Le deuxième récipient sert à contrôler la première expérience.

En 1925 E. ROUSSEAU (121) avait indiqué le jaunissement rapide des solutions d'iodure de potassium exposées à la lumière ultra-violette. Il avait suggéré l'emploi de cette réaction comme test pour suivre la perméabilité des liquides aux rayons ultra-violets.

Nous avons utilisé les solutions suivantes :

solution d'iodure de potassium à 1 %
solution d'acide sulfurique à 5,3 %
solution d'hyposulfite de soude N/400
empois d'amidon à 1 %

Dans une fiole d'ERLENMEYER nous avons mis :

25 cc. KI
25 cc. SO^4H^2

La solution d'iodure de potassium n'a été préparée qu'au moment du besoin afin d'éviter une libération de l'iode. Il en a été de même pour le mélange iodure de potassium—acide sulfurique. La partie supérieure du flacon d'ERLENMEYER a été recouverte par une rondelle en quartz , cette substance étant perméable à la lumière ultra-violette. (VALLET) (141).

Le récipient est placé à une distance connue du brûleur.

Pendant l'irradiation, la solution se colore en jaune par l'iode provenant de la décomposition de l'iodure de potassium.

L'iode libéré a été dosé par de l'hyposulfite de soude N/400. Vers la fin de la réaction seulement, l'empois d'amidon a été ajouté.

Du nombre de cc. d'hyposulfite employés jusqu'à décoloration de ce dernier, nous déduisons la quantité d'iode mise en liberté par les radiations ultra-violettes.

Nous n'avons pas ajouté l'empois d'amidon pendant l'irradiation, Massol (80), Bielecki et Wurmser (16), ayant constaté que l'amidon exposé aux rayons ultra-violets, perdait sa propriété de bleuir par l'iode, à la suite de réactions de dédoublement et d'oxydation.

D'après E. Rousseau (121), l'empois d'amidon ioduré devient rouge par la lumière ultra-violette.

Les résultats de nos dosages sont les suivants :

1° *La solution est placée à 20 cm. du brûleur :*

Une irradiation de	10	minutes libère	0 mgr. 85725	d'iode
—	20	— —	2 mgr. 3495	—
—	30	— —	3 mgr. 302	—
—	1	heure —	5 mgr. 55625	—
—	1 h.	½ —	6 mgr. 82625	—
—	2	heures —	8 mgr. 28675	—
—	3	— —	10 mgr. 160	—

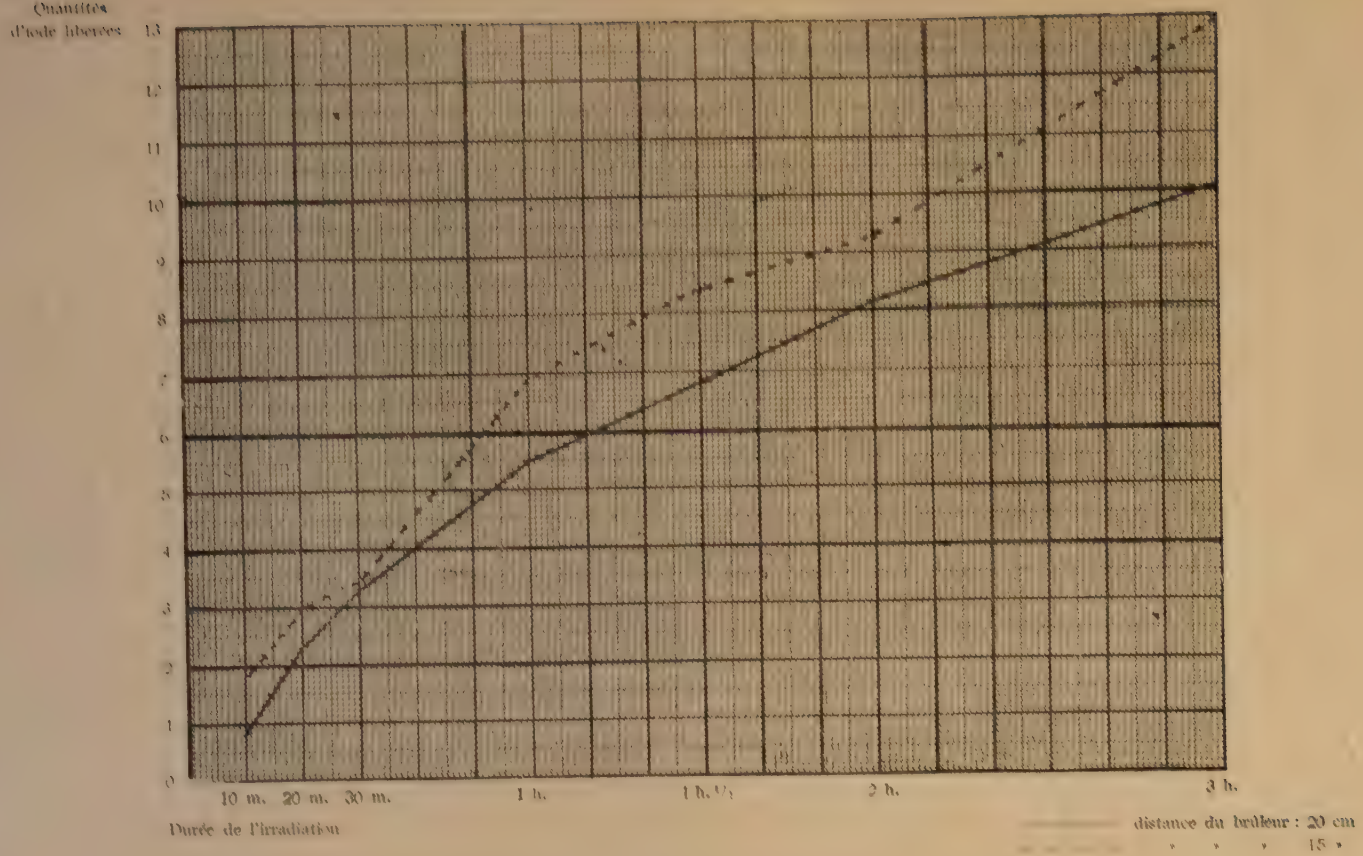
2° *La solution est placée à 15 cm. du brûleur.*

Une irradiation de	10	minutes libère	1 mgr. 80975	d'iode
—	20	— —	3 mgr. 01625	—
—	30	— —	3 mgr. 46075	—
—	1	heure —	6 mgr. 985	—
—	1 h.	½ —	8 mgr. 47725	—
—	2	heures —	9 mgr. 30275	—
—	3	— —	13 mgr. 0175	—

Nous pouvons traduire ces résultats par la courbe suivante :

On voit que la quantité d'iode libérée croit avec la durée de l'irradiation. Elle est d'autant plus élevée que la distance de la solution au brûleur diminue.

Il n'y a pas de proportionnalité entre ces trois facteurs.


Quantités d'iode libérées
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
10 m. 20 m. 30 m.
1 h.
1 h. ½
2 h.
3 h.
Durée de l'irradiation
distance du brûleur : 20 cm
» » » 15 »

CHAPITRE III

Les milieux de Culture employés

Nous avons utilisé des milieux liquides et des milieux solides.

A. *Milieux liquides.*

Solution de saccharose à 10 %
Solution de maltose à 10 %
Moût de bière
Milieu de Mayer

Sucre	15 gr.
Phosphate de potassium	5
Sulfate de magnésie	5
Phosphate de chaux	0,5
Nitrate d'ammoniaque	0,75
Eau distillée	1000

Traces d'extrait de LIEBIG

B. *Milieux solides.*

Carotte
Moût de bière gélosé

Ce milieu a été préparé de la façon suivante :

5 gr. de gélose coupés en petits morceaux sont mis à macérer dans de l'eau acidulée d'acide chlorhydrique à 6 %.

On laisse en contact deux heures. Après plusieurs lavages à grande eau, pour faire disparaître toute trace d'acide, on met l'algue gonflée dans de l'eau additionnée de 5 % d'ammoniaque.

Après deux heures on la lave à l'eau pure; on la jette dans 250 gr. de moût de bière et on la fait bouillir. La gélose se dissout.

On filtre à chaud. On répartit en tubes qu'on stérilise à + 120° à l'autoclave, pendant vingt minutes.

On incline les tubes et, après refroidissement, on obtient des milieux de moût de bière gélosé inclinés.

Tous ces milieux ont été employés en réaction acide.

Nous avons ensemencé le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR sur ces différents substrats; les cultures ont été mises à l'étuve à + 18° et observées jusqu'à ce qu'elles amorcent leur développement.

Sur moût de bière et sur milieu de MAYER, le *Saccharomyces* pousse après 1 jour;

sur saccharose et sur maltose, après 4 jours;

sur carotte, après 3 jours;

sur moût de bière gélosé, après 2 jours.

Les milieux les plus favorables étant le milieu de MAYER, le moût de bière et le moût de bière gélosé, nous les avons principalement utilisés au cours de nos recherches.

CHAPITRE IV

Action des Rayons Ultra-Violets sur des Cultures en gouttes pendantes de *Saccharomyces cerevisiae PASTEUR*

Pour obtenir des cultures en gouttes pendantes, nous avons employé des tubes spéciaux, dits tubes de culture de BORREL et utilisés par M. René SARTORY pour des cultures de *Fusarium* (125).

Ces tubes ont la forme de fioles cylindriques à ajutage latéral. Des deux faces opposées, l'une, fixe, constitue le fond du récipient de culture, l'autre est une lamelle amovible pouvant se coller sur un rebord pratiqué à cet effet. La lamelle est en quartz transparent. Cette rondelle est fixée par de la colle dite « seccotine », et non par du blanc d'œuf qui pourrait modifier les conditions de l'expérience. L'ajutage est bouché au coton.

Le tube est stérilisé à l'autoclave à la température de + 120° pendant 20 minutes afin de rester dans des conditions de stérilité rigoureuses.

Après la stérilisation on complète la fixation de la lamelle par de la cire à cacheter.

On introduit aseptiquement une goutte de moût de bière sur la face inférieure de la lamelle par l'ajutage, puis on repique le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

Le tube est mis à l'étuve à + 18° pendant 24 heures. Après ce temps on l'expose aux rayons ultra-violets, à une distance de 15 cm. du brûleur.

Afin d'éviter l'action de la chaleur, il est entouré d'un bain d'eau maintenant une température constante de + 18°.

L'irradiation terminée, on remet le tube à l'étuve à + 18°.

Quatre heures après l'irradiation, la culture est repiquée sur moût de bière et sur moût de bière gélosé.

Les tubes sont mis à l'étuve à + 18° et observés jusqu'à l'apparition des cultures.

Voici les résultats obtenus :

	Apparition des cultures sur :	
	moût de bière ordinaire	moût de bière gélosé
	après :	
Témoin	1 jour	2 jours
Culture irradiée 10 minutes ...	1 jour	2 jours
— — 15 — ..	1 jour	2 jours
— — 20 — ...	1 jour	2 jours
— — 30 — ...	2 jours	3 jours
— — 1 heure ...	4 jours	5 jours
— — 1 h. ½ ...	5 jours	6 jours
— — 2 heures ...	5 jours	6 jours

De nos essais, nous pouvons conclure qu'une irradiation ultra-violette inférieure à 30 minutes n'influence pas le début de croissance de notre organisme.

Si l'irradiation est prolongée, la levure subit un retard dans son développement, qui croît avec la durée de l'irradiation.

Les cultures s'amorcent, dans tous les cas, 24 heures plus tôt sur moût de bière ordinaire que sur moût de bière gélosé.

CHAPITRE V

Action des Rayons Ultra-Violets sur les dimensions de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR

Dans un tube de BORREL stérilisé (décrit au chapitre IV), nous avons introduit aseptiquement une goutte de moût de bière et repiqué le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

La culture en gouttes pendantes a été mise à l'étuve à + 18°.

Après 24 heures nous en avons prélevé, aseptiquement, une ôse de platine, que nous avons étalée sur une lame. Après l'avoir colorée au bleu de méthylène aqueux, nous l'avons examinée au microscope en utilisant un grossissement de 850 ×.

Les mesures ont été effectuées au moyen d'un oculaire micrométrique préalablement gradué.

Le tube de BORREL est exposé aux rayons ultra-violets, à 15 cm. du brûleur; pour éviter tout échauffement il est entouré d'un bain d'eau maintenant constante une température de + 18°.

Après l'irradiation nous avons fait une deuxième coloration et mesuré une seconde fois la levure.

Les résultats que nous allons exposer dans le tableau suivant, proviennent de la moyenne obtenue entre les dimensions de plusieurs levures mesurées dans la même préparation.

	Levure non irradiée	L. irradiée 10 m.	20 m.	30 m.	1 h.	1 h. ½	2 h.
Long...	5 µ	5 µ 5	5 µ 625	3 µ 875	3 µ 55	3 µ 375	5 µ
Larg. ..	3 µ 77	3 µ 375	3 µ	2 µ 875	2 µ 78	2 µ 75	3 µ 25

Notre souche de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR, non irradié, est elliptique; une irradiation de 10 et de 20 minutes accentue cette forme et les cellules augmentent de volume.

Par contre, après une exposition de 30 minutes et d'une heure, les dimensions cellulaires diminuent, et d'autant plus que la durée de l'expérience est plus grande. Toutefois la forme elliptique est conservée ou même accentuée.

La levure examinée après une irradiation d' 1 h. ½ et de 2 heures montre un bourgeonnement intense. On constate la présence de petits éléments ayant une longueur de 2 μ et une largeur de 1 μ, à côté de gros organismes cellulaires aux dimensions de 6 μ sur 4 μ. Ce phénomène de reproduction asexuée atteignant son maximum pour une irradiation de 2 heures, se retrouve très nettement dans les valeurs des mensurations exprimées dans le tableau précédent.

On constate, en effet, que les dimensions des levures irradiées après avoir beaucoup diminué, subissent une variation brusque après une exposition ultra-violette de 2 heures. A ce moment elles redeviennent très voisines de celles de l'organisme non irradié; l'irradiation a donc une influence peu prononcée.

Pour expliquer ce fait, il faut avoir recours aux phénomènes de reproduction se produisant lorsque la levure subit de mauvaises conditions d'aération; elle évolue alors par un cycle reproducteur périodique, conditionné par des phases de 2 heures. A ce moment, les jeunes éléments levuriens n'ayant pas encore subi l'action des rayons ultra-violets et celle-ci n'étant pas transmise héréditairement, évoluent normalement et provoquent ainsi ce brusque changement dans les valeurs des mensurations.

Nous aurons l'occasion de revenir, dans un chapitre suivant, sur ce fait dû à la reproduction cyclique de notre organisme.

CHAPITRE VI

Influence des Rayons Ultra-Violets sur le dégagement en Gaz carbonique de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR

Pour étudier l'action des rayons ultra-violets sur le dégagement en gaz carbonique de notre organisme, nous avons utilisé des cultures en gouttes pendantes.

Dans un tube de BORREL stérilisé (décrit au chapitre IV) nous avons repiqué, aseptiquement, dans une goutte de moût de bière le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

Le tube a été mis à l'étuve à + 18°.

24 heures après, il était placé sous les rayons ultra-violets à 20 cm. du brûleur. Nous l'avons entouré d'eau à la température de + 18°.

Après l'irradiation 0 gr. 020 de culture ont été prélevés aseptiquement et pesés sur du papier cellophane taré et stérilisé.

Ce fragment de papier était introduit dans un petit ballon stérilisé contenant 5 cc. du milieu de MAYER à 10 % de glucose; il était relié à un appareil de BARCROFT-HALDANE.

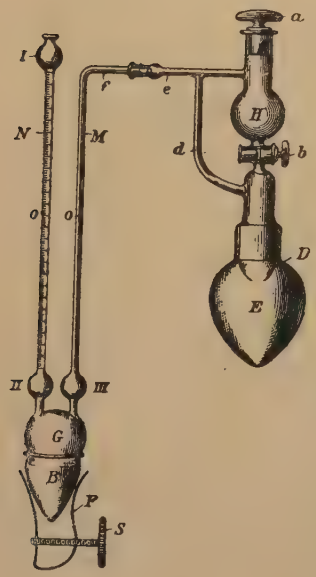
Nous avons noté les dégagements de gaz carbonique après des temps déterminés.

APPAREIL DE BARCROFT-HALDANE modifié par ZUNTZ et PLESCH (154).

Cet appareil se compose d'un ballon E, piriforme, de 30 cc. de capacité dans lequel nous mettons 5 cc. de milieu de MAYER à 10 % de glucose et 0 gr. 020 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

Dans le col de E on introduit D; E peut être fermé par le robinet b; la partie H est fermée par le robinet a.

Ce robinet est percé de telle façon qu'il peut, par une déviation de 90°, faire communiquer H avec l'atmosphère. Le tube e relie l'ensemble de l'appareil à la partie horizontale d'un manomètre à eau.

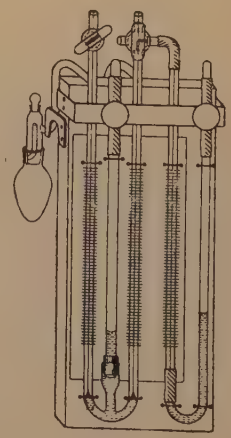


L'une des branches verticales du manomètre est graduée en mm; tandis que l'autre présente un trait qui se trouve au même niveau que le zéro de la branche graduée. Ces deux tubes sont mis en communication avec un récipient en verre; celui-ci est relié à un sac en caoutchouc dont on peut faire varier le volume par pression, au moyen d'une vis S.

Au début de l'expérience, après avoir relié le ballon E à l'appareil, on ouvre le robinet a. Au moyen de la vis S, on fait arriver le niveau de l'eau à zéro; le liquide atteint ainsi la même hauteur dans les deux tubes verticaux. On ferme alors le robinet a.

Pour lire le dégagement de CO^2, après avoir agité l'appareil, on ramène le niveau d'eau au trait correspondant au zéro, et on observe le chiffre auquel arrive la colonne liquide dans l'autre branche.

La valeur de CO^2 est donnée par une formule.



F. Verzar et B. Vasarhelyi (142) ont modifié l'appareil Barcroft-Haldane, ils lui adjoignent un appareil compensateur.

Dans les deux appareils on met la même quantité de liquide, l'appareil compensateur est relié à une pipette de 0 cc. 3 au moyen d'un robinet à 4 trous, en forme de L.

Dans la pipette on introduit de l'huile jusqu'à ce que les ménisques de l'appareil compensateur correspondent.

La pipette est reliée à ses deux extrémités par un tube en caoutchouc, à l'autre appareil.

Nous avons utilisé deux appareils de BARCROFT-HALDANE, l'un contenant le substrat ensemencé, l'autre 5 cc. du milieu non ensemencé.

Ce dernier sert à vérifier l'action des variations de la pression atmosphérique et de la température extérieure sur le milieu, afin de corriger, s'il y a lieu, les résultats donnés par l'autre appareil.

On a toujours entouré le ballon E d'un papier noir afin d'éviter l'action de la lumière.

Les valeurs de CO^2 ont été obtenues en employant la formule suivante :

$$X = \frac{v.h. \cdot p}{760 \cdot 13{,}56\ (1 + 0{,}00367 \cdot t) \cdot 760}$$

v représente le volume de l'appareil qui renferme le milieu, plus celui de la branche du petit ballon allant jusqu'au niveau zéro du tube en U; il est égal à 58,76; de ce volume on retranche le nombre de cc. de milieu de culture introduits dans le petit ballon; comme nous avons utilisé 5 cc. de milieu de MAYER, $v = 53{,}76$.

h est la hauteur lue sur la graduation de la branche du manomètre à eau;

p est la pression atmosphérique au moment de l'expérience;

t la température.

Les résultats que nous donnons sont la moyenne obtenue au cours de plusieurs expériences répétées dans les mêmes conditions.

Nos essais durent sept heures et demie.

CULTURE NON IRRADIÉE

Au début de l'expérience le liquide monte dans la branche non graduée du manomètre : la levure respire.

Après 1 heure, la colonne est descendue à son niveau le plus bas dans le tube gradué, le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR a respiré au maximum; à partir de ce moment l'eau descend dans la branche non graduée pour monter dans l'autre.

5 heures après le début de l'expérience, les colonnes d'eau sont au même niveau dans les deux branches, elles sont au zéro; à partir de ce moment, le *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR décompose le glucose, et le gaz carbonique se dégage.

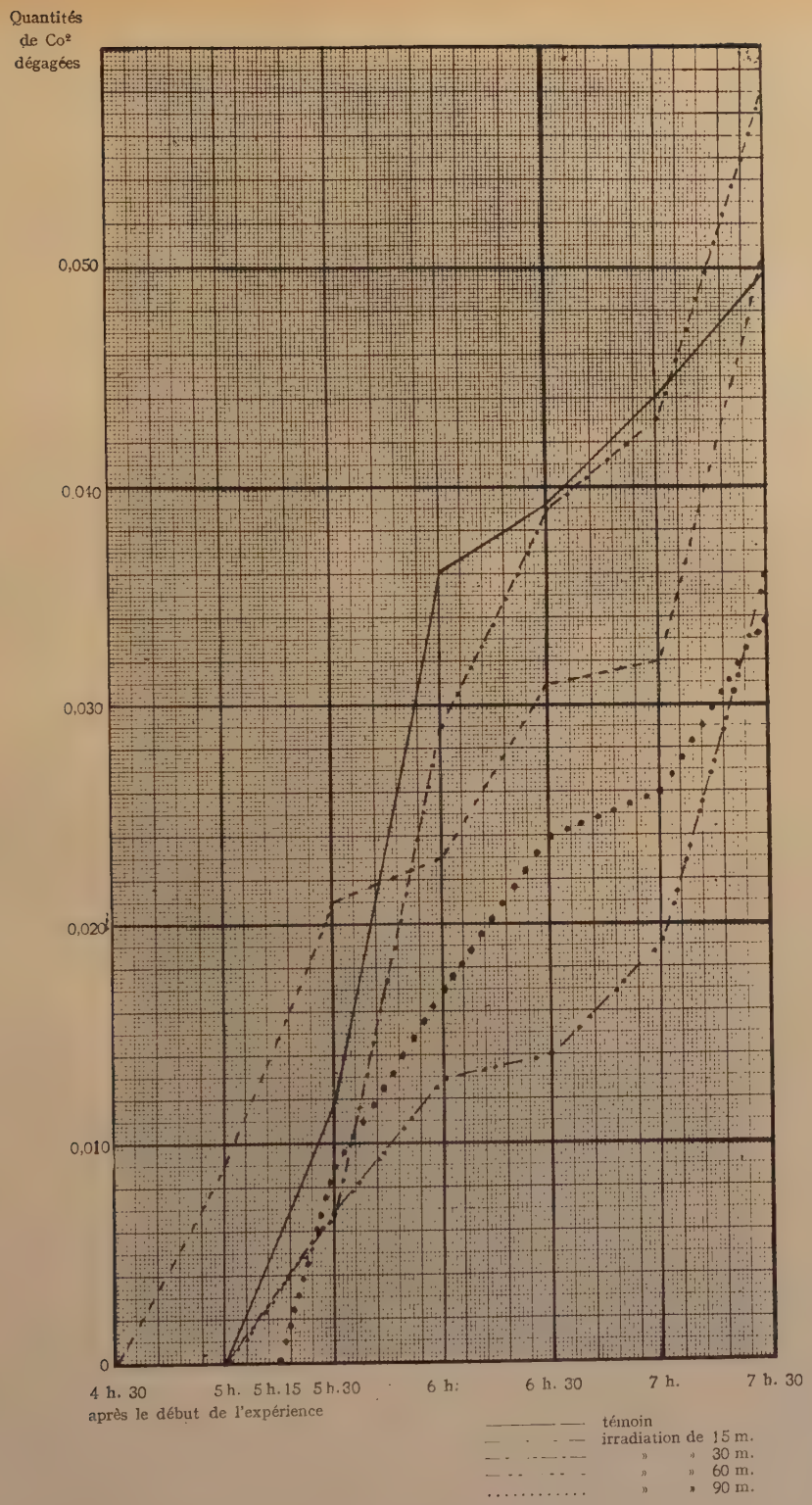
5 h. 30	après le début de l'exp.	la quant. de CO^2 dégagée est de	0,0120
6 h.	—	—	0,0362
6 h. 30	—	—	0,0391
7 h.	—	—	0,0440
7 h. 30	—	—	0,0504

CULTURE IRRADIÉE 15 MINUTES

1 h.	après le début de l'exp.	le minimum est atteint.	
4 h. 30	—	le zéro est atteint.	
5 h.	—	la quant. de CO^2 dégagée est de	0,0096
5 h. 30	—	—	0,0217
6 h.	—	—	0,0236
6 h. 30	—	—	0,0314
7 h.	—	—	0,0323
7 h. 30	—	—	0,0512

CULTURE IRRADIÉE 30 MINUTES

30 min.	après le début de l'exp.	le minimum est atteint.	
5 h.	—	le zéro est atteint.	
5 h. 30	—	la quant. de CO^2 dégagée est de	0,0073
6 h.	—	—	0,0293
6 h. 30	—	—	0,0390
7 h.	—	—	0,0439
7 h. 30	—	—	0,0586


Quantités de Co² dégagées
0,050
0,040
0,030
0,020
0,010
0
4 h. 30
5 h.
5 h. 15
5 h. 30
6 h.
6 h. 30
7 h.
7 h. 30
après le début de l'expérience
témoin
irradiation de 15 m.
» » 30 m.
» » 60 m.
» » 90 m.

CULTURE IRRADIÉE 1 HEURE

1 h. 30	après le début de l'exp.	le minimum est atteint.	
5 h.	—	le zéro est atteint.	
5 h. 30	—	la quant. de CO_2 dégagée est de	0,0073
6 h.	—	—	0,0137
6 h. 30	—	—	0,0147
7 h.	—	—	0,0196
7 h. 30	—	—	0,0369

CULTURE IRRADIÉE 1 h. 30

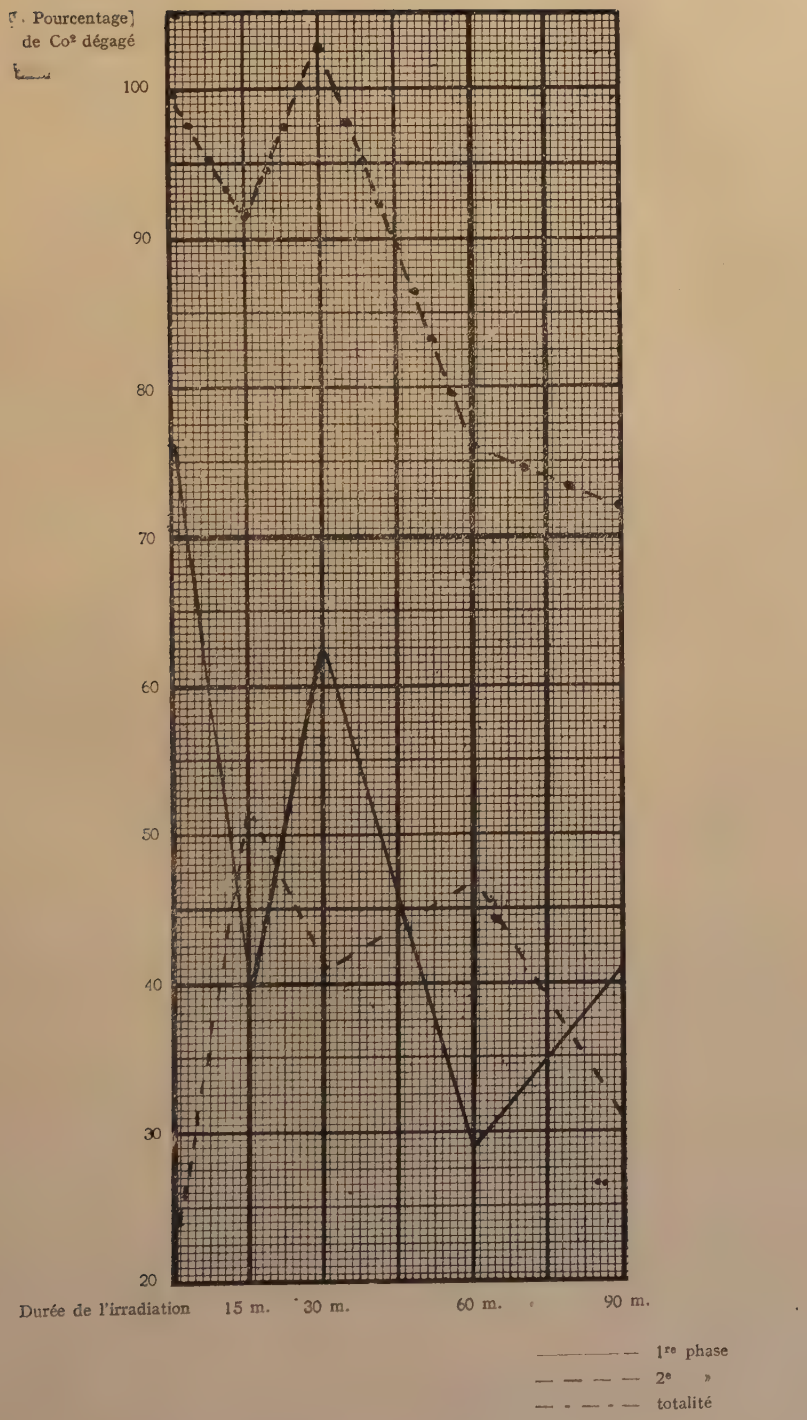
1 h. 30	après le début de l'exp.	le minimum est atteint.	
5 h. 15	—	le zéro est atteint.	
5 h. 30	—	la quant. de CO^2 dégagée est de	0,0097
6 h.	—	—	0,0171
6 h. 30	—	—	0,0244
7 h.	—	—	0,0269
7 h. 30	—	—	0,0342

Nous pouvons traduire ces résultats par le graphique suivant :

Ces courbes nous amènent à faire certaines constatations, que nous exposons dans le tableau suivant :

TABLEAU

Durée de l'irradiation	Début de la fermentation après :	Durée du cycle évolutif	Interruption passagère de la fermentation	1re phase de dégagement de Co^2		%	2e phase de dégagement de Co^2		%	Totalité du Co^2 dégagé dans l'unité de temps	
				volume :	durée :		volume :	durée :		volume :	%
Témoin (non irradié)	5 h.	90 m	30 m	0,0362	60 m	76 %	0,0113	60 m	24 %	0,0475	100 %
15 m	4 h. 30	90 m	2×30 m	0,0217	60 m	46 %	0,0276 0,0184	90 m 60 m	44 %	0,0401	90 %
15 m	4 h. 30	150 m	2×30 m	0,0314 0,0157	120 m 60 m	34 %	0,0189 0,0278	30 m 60 m	59 %	0,0435	93 %
Moyenne entre les 2 courbes de 15 m	4 h. 30	150 m	30 m	0,0187	60 m	40 %	0,0231	60 m	51,5 %	0,0418	91,5 %
30 m	5 h.	120 m	30 m	0,0293	60 m	62 %	0 0196	60 m	41 %	0,0489	103 %
60 m	5 h.	90 m	30 m	0,0137	60 m	29 %	0,0222	60 m	47 %	0,0359	76 %
90 m	5 h. 15	105 m	30 m	0,0244 0,0195	75 m 60 m	41 %	0,0073 0,0146	30 m 60 m	31 %	0,0341	72 %


Pourcentage de Co² dégagé
100
90
80
70
60
50
40
30
20
Durée de l'irradiation
15 m.
30 m.
60 m.
90 m.
1re phase
2e »
totalité

En observant le pourcentage de gaz carbonique dégagé dans chacune des deux phases, et en totalité, nous obtenons les courbes suivantes :

Pour expliquer les résultats obtenus nous attirons l'attention sur le fait que, dans un chapitre précédent, nous avons constaté que la multiplication de notre levure se fait par un cycle évolutif périodique de 90 à 120 minutes.

La courbe représentant la première phase du dégagement de gaz carbonique indique une excitation correspondant à une irradiation de trente minutes, suivie d'une rapide diminution pour une irradiation de soixante minutes. La courbe remonte ensuite légèrement par suite de la coïncidence de cette période d'irradiation avec l'apparition d'une nouvelle génération.

La courbe de la deuxième phase montre la disparition de l'effet stimulateur ou inhibiteur de l'irradiation, par suite de l'apparition de nouveaux éléments non lésés.

Cette génération a un pouvoir fermentatif à peu près identique à la souche primitive, ce qui ressort des graphiques correspondant aux résultats numériques.

Les courbes exprimant les pourcentages du gaz carbonique dégagé dans les deux phases, montrent en outre, que le dégagement de gaz carbonique produit par les levures de deuxième génération est en rapport avec la quantité de sucre qui se trouve encore dans le milieu, de sorte que nous constatons des maxima pour les phases minima de la première génération, et inversement.

La courbe indiquant l'ensemble de gaz carbonique dégagé pendant les deux phases de fermentation, montre qu'une irradiation de 15 minutes lèse une partie des levures et laisse intacte l'autre partie, de sorte que le dégagement de gaz carbonique diminue légèrement.

Par contre, une exposition ultra-violette de 30 minutes produit une forte excitation dans la première phase, compensée par une diminution dans la deuxième phase, la courbe subit, au total, une ascension notable.

Le pouvoir fermentatif diminue sensiblement après une irradiation de 60 et de 90 minutes, ce qui amène à conclure qu'une irradiation plus prolongée doit arriver à détruire complètement cette propriété.

CHAPITRE VII

Influence des Rayons Ultra-Violets sur le pouvoir Assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR

Avant d'étudier l'action de la lumière ultra-violette sur le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR, nous avons recherché quel était le sucre consommé le plus rapidement par cette levure.

Sept jours après l'ensemencement le dosage du sucre restant était fait par la méthode de BERTRAND.

DOSAGE DES SUCRES PAR LA MÉTHODE DE GABRIEL BERTRAND.

Cette technique est basée sur les principes suivants :

1° Un volume connu de la solution de sucre à doser est soumis à l'ébullition avec un excès d'oxyde cuivrique en solution alcaline.

On obtient un précipité d'oxyde cuivreux proportionnel à la quantité de sucre.

2° En ajoutant un sel ferrique, l'oxydule de cuivre est transformé en oxyde cuivrique, tandis qu'il se forme un sel ferreux.

3° Ce dernier redevient sel ferrique, par l'addition d'une solution titrée de permanganate de potassium.

Le permanganate réduit est proportionnel à la quantité de sel ferreux, donc à celle d'oxydule de cuivre, et par conséquent à la quantité de sucre de la solution à doser.

Les liqueur employées sont les suivantes :

Liqueur cuivrique :

Sulfate de cuivre pur	40 gr.
Eau distillée Q. S. ad	1000

Liqueur sodique :

Sel de seignette	200 gr.
Soude	150
Eau distillée Q. S. ad.	1000

Liqueur ferrique :

Sulfate ferrique	50 gr.
Acide sulfurique concentré pur	200
Eau distillée Q. S. ad	1000

Liqueur permanganique :

Permanganate de potassium	5 gr.
Eau distillée Q. S. ad	1000

Cette liqueur est titrée par rapport à 25 centigrammes d'oxalate d'ammonium.

Pour doser une solution sucrée, on met dans une fiole d'Erlenmeyer :

20 cc. de la solution à doser (ils ne doivent pas contenir plus de 100 milligrammes de sucre réducteur, sinon il faut les diluer)

20 cc. de liqueur cuivrique

20 cc. de liqueur sodique.

On chauffe à l'ébullition que l'on maintient exactement trois minutes; puis on laisse déposer le précipité d'oxyde cuivreux.

Le liquide surnageant est passé sur un filtre spécial. Habituellement celui-ci est en amiante, mais nous lui avons substitué un filtre d'Iéna numéro 3 G 4 d'un emploi plus pratique.

On filtre à la trompe.

Le précipité d'oxydule est lavé avec de l'eau distillée que l'on jette sur le filtre. Les eaux bleues sont versées.

L'oxyde de cuivre est dissous dans 10 à 20 cc. de solution ferrique. Le liquide vert d'eau obtenu est jeté sur le filtre, ainsi que l'eau de lavage du flacon d'Erlenmeyer.

On ajoute du permanganate de potassium jusqu'à coloration rose persistant pendant un quart de minute.

Le titre de la liqueur permanganique donne la quantité de cuivre correspondant. On se reporte aux tables de Bertrand pour avoir l'équivalence en sucre.

Dosage des différents sucres.

Les cultures sont mises à l'étuve à + 18°.

Sept jours après l'ensemencement nous avons effectué le dosage du sucre restant dans les milieux employés, ainsi que dans le milieu témoin non ensemencé.

Les résultats ont été les suivants :

	Glucose	Lévulose	Galactose	Lactose
Témoin	3 %	3 %	3 %	6 %
Milieu ensemencé	0	0,526	0,266	6

	Maltose	Saccharose	Dextrine
Témoin	6 %	3 % de sucre interverti	3 % en glucose
Milieu ensemencé	2,757	avant interversion 0,824 après „ 2,34	avant interversion 0,179 après „ 2,71

Le glucose étant le meilleur aliment pour notre levure, a été choisi comme sucre d'expérience.

INFLUENCE DES RAYONS ULTRA-VIOLETS SUR LE POUVOIR ASSIMILATEUR DU SACCHAROMYCES CEREVISIAE PASTEUR

Nous avons employé le milieu de MAYER modifié de la façon suivante :

Les 15 grammes de sucre ont été remplacés par 30 grammes de glucose. Nous avons ainsi un milieu à 3 % de glucose, transparent à la lumière ultra-violette. D'après VALLET (141), les solutions de glucose inférieures à 20 % sont perméables aux rayons ultra-violets.

Dans un ballon nous avons mis :

Phosphate de potassium	5 gr.
Sulfate de magnésie	5
Phosphate de chaux	0,5
Nitrate d'ammoniaque	0,75
Eau distillée	1000
Traces d'extrait de Liebig	

Nous avons chauffé à l'autoclave à + 120°, filtré après refroidissement et complété jusqu'à 1000 avec de l'eau distillée; 30 gr. de glucose ont été ajoutés. Puis le milieu a été stérilisé à + 120° pendant 20 minutes.

Après refroidissement le liquide reste parfaitement limpide, ce qui est nécessaire, car nous avons vu (page 2) que pour SILBERMANN (133), DUCLAUX et JEANTET (42), les milieux troubles sont imperméables aux rayons ultra-violets.

30 cc. du milieu de MAYER sont répartis dans des boîtes de BORREL, celles-ci comprennent un récipient ayant 9 cm. 5 de longueur, pouvant être recouvert par un couvercle en verre. Pendant l'irradiation par la lumière ultra-violette, ce couvercle est remplacé par une rondelle en quartz dont le diamètre est légèrement supérieur à celui de l'ouverture de la boîte.

Le milieu mesure 3 cm. 5. Cette hauteur n'est pas indifférente, MOUTON (92), ayant observé que les liquides en couche mince sont seuls perméables aux rayons ultra-violets.

9 récipients contenant le milieu de MAYER sont stérilisés à l'autoclave à la température de + 120° pendant 20 minutes.

8 boîtes sont ensemencées avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR provenant d'une culture sur moût de bière gélosé et un milieu stérile sert de témoin.

Pour peser la levure on a eu recours à du papier cellophane taré et stérilisé.

Deux séries de 8 boîtes ont été ensemencées simultanément.

Les boîtes sont mises à l'étuve à + 18°.

Après 24 heures, 7 d'entr'elles sont irradiées par les rayons ultra-violets. L'irradiation terminée, on les a replacées à l'étuve à + 18°.

5 heures après l'irradiation nous avons opéré un premier dosage du glucose non consommé, sur une série, par la méthode de G. BERTRAND.

24 heures après l'irradiation, un second dosage du glucose a été effectué sur la deuxième série.

I. LA CULTURE A ÉTÉ PLACÉE A 20 CM. DU BRULEUR

Première série : Dosage effectué 5 heures après l'irradiation.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé non irradié	2,35
— — irradié 10 minutes	1,74
— — — 20 —	1,68
— — — 30 —	1,66
— — — 1 heure	1,63
— — — 1 h. ½	1,985
— — — 2 heures	2,01
— — — 3 —	2,04

Deuxième série : Dosage effectué 24 heures après l'irradiation.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé non irradié	0,179
— — irradié 10 minutes	0,118
— — — 20 —	0,1172
— — — 30 —	0,1052
— — — 1 heure	0,094
— — — 1 h. ½	0,1285
— — — 2 heures	0,148
— — — 3 —	0,169

II. LA CULTURE A ÉTÉ PLACÉE A 15 CM DU BRULEUR

Première série : Dosage effectué 5 heures après l'irradiation.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé non irradié	2,35
— — irradié 10 minutes	1,441
— — — 20 —	1,173
— — — 30 —	1,131
— — — 1 heure	1,026
— — — 1 h. ½	1,504
— — — 2 heures	1,736
— — — 3 —	1,740

Deuxième série : Dosage effectué 24 heures après l'irradiation.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé non irradié	0,179
— — irradié 10 minutes	0,111
— — — 20 —	0,0972
— — — 30 —	0,0819
— — — 1 heure	0,0665
— — — 1 h. ½	0,099
— — — 2 heures	0,120
— — — 3 —	0,140

Toutes nos expériences ont été répétées plusieurs fois et ont toujours donné le même résultat.

Nous les traduisons par le graphique suivant :

Tanner et Ryder (137), en soumettant des levures à la lumière ultra-violette, ont conclu que le pouvoir fermentatif n'est pas augmenté.

Les dosages effectués nous ont montré que, dans nos conditions d'expériences, les rayons ultra-violets augmentent le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* Pasteur.

La quantité de glucose qui se trouvait primitivement dans le milieu subit une diminution qui croît avec la durée de l'irradiation et lorsque la culture se rapproche du brûleur.

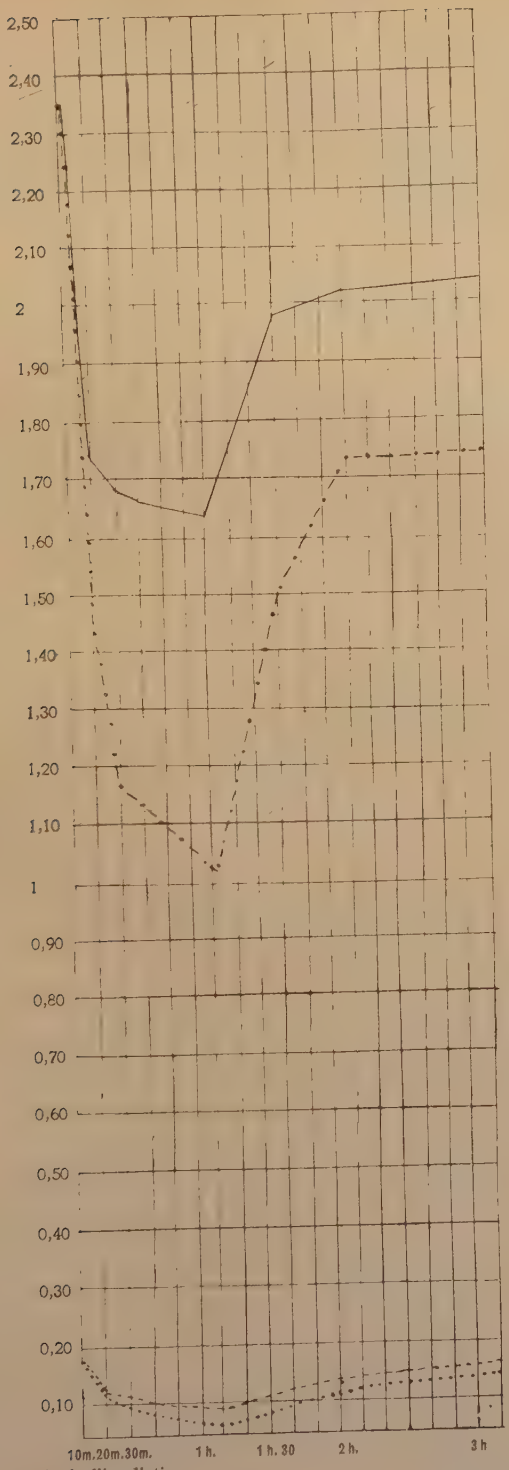
Après une exposition ultra-violette de 1 heure, la dose de glucose non consommé atteint son chiffre le plus faible; c'est à ce moment que le pouvoir assimilateur du *Saccharomyces cerevisiae* Pasteur est à son maximum.

Lorsque l'irradiation est poursuivie au delà d' 1 heure, le pouvoir assimilateur de notre organisme diminue, les quantités de glucose restant dans le milieu augmentent.

Mais, même après une irradiation de 3 heures, la levure irradiée a consommé dans les premières 24 heures une plus grande quantité de glucose que l'organisme non irradié.

Ces résultats obtenus au moyen de cultures directement irradiées sont appuyés et renforcés par le fait que nous avons

Quantités de glucose non assimilé



durée de l'irradiation

1er dosage

distance du brûleur 20 cm.

— - — - — » » » 15 cm.

2e dosage

— — — distance du brûleur 20 cm.

- - - - - - » » » 15 cm.

observé le même phénomène en étudiant l'action des rayons ultra-violets sur le pouvoir fermentatif de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR au moyen de cultures réensemencées (chapitre VI).

ACTION DES RAYONS ULTRA-VIOLETS SUR LE MILIEU NON ENSEMENCÉ

Différents auteurs ont étudié l'action des rayons ultra-violets sur les hydrates de carbone; en 1910, BIERRY et HENRI (17) ont observé des propriétés réductrices communiquées à certains sucres hydrolysables par la lumière ultra-violette. En poursuivant leurs recherches avec RANC (17), ils ont conclu, ainsi que BERTHELOT et GAUDECHON (13) que les rayons ultra-violets agissaient sur les sucres comme les ferments solubles.

Sur le glucose ils ont constaté une dégradation en aldéhyde formique et oxyde de carbone, mais très lente.

DEJUST (39) a recherché l'action des radiations ultra-violettes sur quelques sucres réducteurs, il a vérifié les expériences de PINCUSSEN (103). Ce dernier auteur dose le sucre par la micro-méthode iodométrique de BANG et a obtenu les résultats suivants :

solution primitive ..... glucose : 0,17 %
absorption par une feuille de papier buvard et exposition de celle-ci pendant 1 heure à 0 m. 70 de la lampe ..... glucose : 0,199
exposition de la solution primitive pendant 1 heure puis absorption par une feuille papier buvard glucose : 0,208
— d° — après 2 heures d'exposition ..... glucose : 0,215
— d° — après 2 heures de conservation à l'obscurité ..... glucose : 0,166

D'après PINCUSSEN les radiations ultra-violettes augmenteraient le pouvoir réducteur du glucose.

DEJUST a repris cette étude et a obtenu les résultats suivants :

1° Irradiation d'une solution de glucose au moyen de la lampe à vapeurs de mercure.

La solution sucrée est dans un ballon en quartz, la paroi la plus rapprochée du brûleur en est distante de 4 cm.

Titre en glucose avant l'irradiation ..... 0,186 %
— après l'irradiation de 3 h. ½ ..... 0,186 %

2° Irradiation d'une solution de glucose au moyen de la lampe à arc de charbon de FINSENTHÉRAPIE.

Titre en glucose avant l'irradiation ..... 0,199 %
— après l'irradiation de 1 heure ..... 0,197 %

(la différence entre les deux nombres correspond à une goutte de permanganate dans le dosage : elle peut être négligée.)

Donc, DEJUST n'a pas observé de variations des solutions de glucose irradiées.

Nous avons recherché si les radiations ultra-violettes ne modifient pas le milieu, et si elles ne lui communiquent pas d'action stimulative.

Dans les boîtes de BORREL utilisées pour nos précédentes expériences, 30 cc. du milieu de MAYER ont été répartis. La stérilisation a été faite à l'autoclave à la température de + 120° pendant 20 minutes. Nous avons, comme précédemment, opéré sur deux séries de 9 boîtes; 7 boîtes ont été irradiées.

5 heures après l'irradiation un premier dosage a été opéré sur une série, tandis que les boîtes de la deuxième série, ainsi qu'un milieu non irradié, étaient ensemencés avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR provenant d'une culture sur moût de bière gélosé.

Les cultures ont été placées à l'étuve à + 18°.

24 heures après l'irradiation nous avons fait un second dosage.

Voici les résultats obtenus :

I. LE MILIEU EST PLACÉ A 20 CM. DU BRULEUR

Première série : Dosage effectué 5 heures après l'irradiation.

milieu témoin non irradié	3 %
— irradié 10 minutes	3
— — 20 —	3
— — 30 —	3
— — 1 heure	3
— — 1 h. ½	3
— — 2 heures	3
— — 3 —	3

Deuxième série : Dosage effectué 24 heures après l'irradiation.

milieu témoin non irradié, non ensemencé	3%
— non irradié, ensemencé	2,458
— irradié 10 minutes, puis ensemencé	2,458
— — 20 — —	2,458
— — 30 — —	2,458
— — 1 heure —	2,458
— — 1 h. ½ —	2,458
— — 2 heures —	2,458
— — 3 — —	2,458

II. LE MILIEU EST PLACÉ A 15 CM. DU BRULEUR

Première série : Dosage effectué 5 heures après l'irradiation.

milieu témoin non irradié	3 %
— irradié 10 minutes	3
— — 20 minutes	3
— — 30 —	3
— — 1 heure	3
— — 1 h. ½	3
— — 2 heures	3
— — 3 —	3

Deuxième série : Dosage effectué 24 heures après l'irradiation.

milieu témoin non irradié, non ensemencé	3%
— non irradié, ensemencé	2,458
— irradié 10 minutes, puis ensemencé	2,458
— — 20 — —	2,458
— — 30 — —	2,458
— — 1 — —	2,458
— — 1 h. ½ —	2,458
— — 2 heures —	2,458
— — 3 — —	2,458

Nous pouvons conclure que le milieu ne subit aucune modification par l'irradiation ultra-violette en ce qui concerne le sucre.

CHAPITRE VIII

Influence des Rayons Infra-Rouges et Ultra-Violets, employés successivement, sur le pouvoir Assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae PASTEUR*

Les études faites sur les rayons infra-rouges sont infiniment moins nombreuses que celles concernant les radiations ultra-violettes.

Wiesner (148), en 1907, constate que les bactéries sont détruites par la lumière visible, les ultra-violets, et les infra-rouges.

Puis Ramain (110), recherche l'influence des radiations solaires, ultra-violettes et infra-rouges sur le taux des globules blancs et la formule leucocytaire.

Leconte (81), Aimard et Dausset (2), étudient le spectre infra-rouge, Zalewski (152), ses propriétés physiques.

PROPRIÉTÉS DES RAYONS INFRA-ROUGES

Les rayons infra-rouges sont absorbés très facilement par la plupart des corps, d'où leurs propriétés calorifiques; l'eau et les milieux aqueux les absorbent, le sel gemme et la sylvine les laissent passer très facilement.

Ils possèdent la curieuse propriété d'éteindre le phénomène de la phosphorescence; ils détruisent l'impression produite sur une plaque photographique.

Leurs propriétés chimiques ne ressemblent pas à celles des radiations ultra-violettes; ils ont un pouvoir de pénétration supérieur à celui des ultra-violets. Leur action sur les organismes inférieurs est semblable à celle de la chaleur; ils provoquent la déshydratation. Leur action varie avec leur quantité, ils peuvent aussi favoriser le développement des êtres.

Les rayons infra-rouges et ultra-violets étant situés aux deux extrémités du spectre lumineux, ont suggéré l'idée que des propriétés physiques si différentes pouvaient aboutir à une action opposée. Pech (100), Benoit (11), Guillaume (59), ont étudié cet antagonisme cliniquement; Nobele, Potter et van Haelst (94), au point de vue bactériologique.

Ces derniers auteurs ont irradié simultanément des cultures de *Bacterium coli communis* Escherisch par les rayons ultra-violets et infra-rouges. Les distances aux deux lampes sont différentes. L'irradiation mixte tue moins de germes que les rayons ultra-violets. Lorsque l'irradiation infra-rouge est suivie de l'ultra-violette, les résultats obtenus par Nobele, Potter et van Haelst n'ont pas été toujours semblables. Mais le nombre de colonies développées dans ce cas est supérieur à celui des milieux de culture soumis seulement aux ultra-violets.

APPAREILS

Les appareils producteurs de radiations infra-rouges sont très simples : la lampe électrique à filament de carbone peut servir à leur émission.

On emploie généralement une résistance enroulée en spirale autour d'une masse en terre réfractaire; elle est située au centre d'un réflecteur parabolique et portée au rouge sombre.

L'appareil de Saidman est constitué par une lampe à arc polymétallique placée dans un réflecteur indépendant.

La lampe de Foveau de Courmelles comprend un réflecteur en métal poli ayant la forme d'une cloche dont le rebord est garni d'un épais anneau de bois formant isolant thermique; la source est constituée par des lampes à filaments de carbone.

Dans l'émetteur de Walter, la surface intérieure d'une demi-sphère est portée à une certaine température, par une résistance électrique.

Pour nos expériences, nous avons utilisé une lampe à infra-rouge « Lasem », provenant des Établissements M. Chenaille de Paris.

Cette lampe comprend :

un générateur
un filtre
un réflecteur

Le générateur est constitué par une résistance noire en forme de bâtonnet, d'une matière spéciale, située dans l'axe du réflecteur. Le filtre est d'une composition chimique telle qu'il ne laisse passer que les rayons invisibles entre 0 μ 8 et 5 μ. Il est monté en plusieurs lames, afin de permettre une libre dilatation, et fixé dans un cadre en aluminium poli. Celui-ci s'adapte au réflecteur par deux tiges à rotule situées latéralement.

Le réflecteur contient une lame de cuivre rouge. Il est parabolique et donne un faisceau légèrement divergent. Son ouverture a un diamètre de 30 cm.

Une partie mécanique assure une mobilité parfaite : le réflecteur peut tourner autour de son axe; le bras support-réflecteur, autour du bras vertical et d'un axe horizontal.

La lampe a un pied massif, à l'extrémité duquel deux pattes peuvent s'ouvrir ou se replier.

Les connexions électriques sont assurées par un câble allant du réflecteur directement au secteur.

L'appareil fonctionne sur 110 volts, alternatif, et consomme 4 ampères.

L'allumage est extrêmement simple, il suffit d'introduire l'extrémité du câble dans une prise de courant murale; afin que l'intensité soit bien régulière, on fait brûler la lampe 10 minutes, avant le début de l'irradiation.

INFLUENCE DES RAYONS INFRA-ROUGES ET ULTRA-VIOLETS, EMPLOYÉS SUCCESSIVEMENT, SUR LE POUVOIR ASSIMILATEUR DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE PASTEUR

Dans des boîtes de Borrel utilisées pour l'irradiation ultra-violette, et décrites au chapitre VII, nous avons réparti 30 cc. de milieu Mayer. La préparation de ce milieu se trouve au chapitre VII.

Les boîtes sont stérilisées à l'autoclave, à la température de + 120°, pendant vingt minutes.

Après refroidissement, elles sont ensemencées avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* Pasteur, provenant d'une culture sur moût de bière gélosé. La levure a été pesée sur papier cellophane taré et stérilisé.

Les boîtes ensemencées sont mises à l'étuve à + 18°.

Après 24 heures, nous les avons soumises à l'irradiation par les infra-rouges; puis aussitôt après par les rayons ultra-violets. Après les deux irradiations nous les avons replacées à l'étuve à + 18°.

Deux séries de cultures ont été effectuées et irradiées dans les mêmes conditions.

Sur une série, nous avons opéré, 5 heures après les deux irradiations, un premier dosage du glucose non consommé, par la méthode de BERTRAND.

24 heures après les irradiations, un second dosage du glucose restant a été effectué sur la deuxième série de cultures.

Pendant l'irradiation par les rayons infra-rouges, la boîte est entourée d'un bain régularisant la température à + 18°.

Elle a un couvercle en verre, cette substance laissant passer les radiations infra-rouges, d'après GUILLAUME (59).

Pendant l'irradiation par les rayons ultra-violets, la boîte est recouverte d'une rondelle en quartz.

La culture est placée à 20 cm. de la lampe à infra-rouges, et à 20 cm. de la lampe à ultra-violets.

Premier dosage : 5 heures après les deux irradiations.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé, non irradié	2,350
— — irradié 10 m aux I.R. puis 10 m aux	U.V. 2,330
— — — 20 — I.R. — 20 —	U.V. 2,340
— — — 30 — I.R. — 30 —	U.V. 2,381
— — — 1 h. — I.R. — 1 h. —	U.V. 2,390
— — — 1 h. ½ I.R. — 1 h. ½	UV. 2,452

Deuxième dosage : 24 heures après les deux irradiations.

milieu témoin non ensemencé	3 %
— ensemencé non irradié	0,179
— — — 10 m. aux I.R. puis 10 m. aux	U.V. 1,457
— — — 20 — I.R. — 20 —	U.V. 1,460
— — — 30 — I.R. — 30 —	U.V. 1,7325
— — — 1 h. — I.R. — 1. h. —	U.V. 1,860
— — — 1 h. ½ I.R. — 1 h. ½	U.V. 2,140

En comparant ces résultats à ceux que nous avons exprimés au chapitre VII, on voit que les rayons infra-rouges empêchent l'action stimulative des rayons ultra-violets de se produire, et d'autant plus que les durées des irradiations sont plus grandes.

Le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR soumis successivement aux deux irradiations, augmente légèrement lorsque les expériences durent 10 minutes et 20 minutes.

Après les deux irradiations de 10 minutes, la quantité de glucose restant dans le milieu atteint son minimum; à partir de ce moment elle augmente, et si l'expérience dépasse 20 minutes, la culture irradiée assimile moins de sucre que le témoin.

L'excitation produite par les irradiations de 10 et 20 minutes, n'est que de très courte durée : 24 heures après les deux irradiations la levure non irradiée a consommé plus de glucose que l'organisme irradié.

Les résultats obtenus n'ont pas été aussi constants que ceux exprimés au chapitre VII, nous donnons la moyenne entre plusieurs expériences.

ACTION DES RAYONS INFRA-ROUGES SUR LE POUVOIR ASSIMILATEUR DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE PASTEUR

Nous avons observé l'action des rayons infra-rouges sur le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

La levure subit une légère stimulation passagère. Comme pour l'irradiation mixte, le pouvoir assimilateur atteint son maximum après une exposition de 10 minutes; c'est à ce moment que la quantité de sucre restant dans le milieu est la plus faible.

Le deuxième dosage montre que l'organisme non irradié a assimilé beaucoup plus de glucose que les cultures irradiées.

Les résultats de nos dosages n'ayant pas été toujours semblables, nous donnons la moyenne entre plusieurs expériences.

Nous avons opéré comme dans les expériences précédentes avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR ; le récipient contenant la culture est entouré d'un bain régularisant la température à + 18°; il est placé à 20 cm de la lampe.

Premier dosage : 5 heures après l'irradiation.

Milieu témoin	3 %
— ensemencé, non irradié	2,35
— — irradié 10 minutes	2,087
— — — 20 —	2,152
— — — 30 —	2,195
— — — 1 heure	2,237
— — — 1 h. ½	2,305

Deuxième dosage : 24 heures après l'irradiation.

Milieu témoin	3 %
— ensemencé, non irradié	0,179
— — irradié 10 minutes.	1,809
— — — 20 —	1,827
— — — 30 —	1,869
— — — 1 heure	1,937
— — — 1 h. ½	2,151

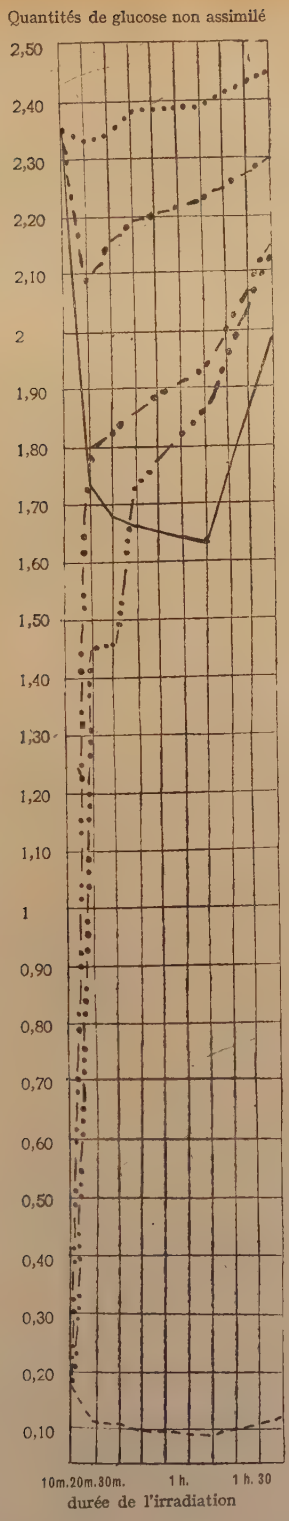
En comparant les résultats obtenus lorsqu'on fait agir les rayons infra-rouges seuls, les ultra-violets seuls, ou successivement, nous avons fait les observations suivantes :

L'irradiation ultra-violette augmente le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR ; les quantités de glucose non consommé diminuent avec la durée de l'irradiation, et lorsque le milieu se rapproche du brûleur. Elles atteignent leur minimum après une exposition d'une heure. Les dosages effectués montrent que dans les premières 24 heures la levure irradiée assimile davantage de sucre que le témoin.

Les rayons infra-rouges employés seuls ou suivis d'une irradiation ultra-violette, augmentent légèrement et passagèrement le pouvoir assimilateur de notre organisme. La quantité de sucre non consommé atteint son minimum après une exposition de 10 minutes ; elle est plus faible dans le cas de l'irradiation infra-rouge seule.

Après une exposition mixte supérieure à 20 minutes, le glucose restant est en quantité plus forte que dans le milieu non irradié ; tandis que la levure soumise aux infra-rouges seuls, même pendant 1 heure ½, consomme plus de sucre que le témoin.

Le deuxième dosage, opéré 24 heures après l'expérience, montre que dans les milieux ayant subi une exposition mixte,



1er dosage

——— irradiation par les U.V.

— - — - » » » I.R.

- - - - - - » » » I.R. + U.V.

2e dosage

— — — irradiation par les U.V.

— — — — » » » I.R.

— — — — » » » I.R. + U.V.

il reste moins de glucose non consommé que dans ceux qui ont été exposés aux rayons infra-rouges. Mais dans les deux cas, le témoin a assimilé plus de sucre que les cultures irradiées.

Nos résultats de dosage sont exprimés dans le graphique suivant :

ACTION DES RAYONS INFRA-ROUGES SUR LE MILIEU NON ENSEMENCÉ.

Nous avons vérifié si le milieu ne subit pas de variations par suite de l'action des infra-rouges.

Nous avons opéré comme au chapitre VII.

Le milieu est placé à 20 cm. de la lampe.

Voici nos résultats :

Premier dosage : 5 heures après l'irradiation.

Milieu témoin, non irradié	3 %
— irradié 10 minutes	3
— — 20 —	3
— — 30 —	3
— — 1 heure	3
— — 1 h. ½	3

La deuxième série de boîtes est alors ensemencée avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR, et placée à l'étuve à + 18°.

Deuxième dosage : 24 heures après l'irradiation.

milieu témoin, non irradié, non ensemencé	3 %
— non irradié, ensemencé	2,458
— irradié 10 minutes, puis ensemencé	2,458
— — 20 — — —	2,458
— — 30 — — —	2,458
— — 1 heure — —	2,458
— — 1 h. ½ — —	2,458

Le milieu ne subit aucune modification par l'irradiation infra-rouge en ce qui concerne le glucose. Il en est de même lorsqu'on fait agir successivement les rayons infra-rouges et ultra-violets.

ACTION DES RAYONS INFRA-ROUGES ET ULTRA-VIOLETS SUR LE MILIEU NON ENSEMENCÉ.

Nous avons recherché si l'action successive des infra-rouges et des ultra-violets ne faisait pas subir de modifications au substrat non ensemencé.

Le milieu est placé à 20 cm de la lampe à infra-rouges, puis à 20 cm. de la lampe à ultra-violets.

Premier dosage : 5 heures après les deux irradiations.

milieu témoin, non irradié	3 %
— irradié 10 minutes aux I.R. puis 10 m. aux U.V.	3
— — 20 — — I.R. — 20 m. — U.V.	3
— — 30 — — I.R. — 30 m. — U.V.	3
— — 1 heure — I.R. — 1 heure U.V.	3
— — 1 h. ½ — I.R. — 1 h. ½ U.V.	3

La deuxième série de boîtes est ensemencée avec 0 gr. 050 de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR, et placée à l'étuve à + 18°.

Deuxième dosage : 24 heures après les deux irradiations.

milieu témoin, non irradié, non ensemencé	3 %
— non irradié, ensemencé	2,458
— irradié 10 m. aux I. R., puis 10 m. aux U. V. puis ensemencé	2,458
— — 20 m. — I. R., — 20 m. — U. V. — —	2,458
— — 30 m. — I. R., — 30 m. — U. V. — —	2,458
— — 1 h. — I. R., — 1 h. — U. V. — —	2,458
— — 1 h. ½ — I. R., — 1 h. ½ — U. V. — —	2,458

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De l'ensemble de nos recherches, nous pouvons déduire les conclusions suivantes :

1° Nous avons observé un cycle évolutif constatable à l'examen microscopique par l'apparition de cellules bourgeonneantes. Il se traduit aussi par les modifications des dimensions des levures irradiées, par les variations du pouvoir fermentatif et assimilateur.

2° Les lésions occasionnées par l'irradiation ultra-violette ne sont pas héréditaires. Les jeunes éléments levuriens provenant du bourgeonnement d'une levure irradiée ont les mêmes dimensions que la souche primitive non irradiée.

3° Les rayons ultra-violets font subir une excitation au *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR.

Lorsque le milieu a une épaisseur inférieure à 2 mm. comme dans le cas des cultures en gouttes pendantes, l'excitation atteint son maximum pour une irradiation de 30 minutes.

Lorsque l'épaisseur du substrat est de 3 cm. 5, le maximum de stimulation est obtenu après une exposition de 60 minutes.

Donc il y a un rapport entre les épaisseurs des couches liquides et les temps d'irradiation produisant le maximum d'excitation. La diminution de cette stimulation varie aussi avec la hauteur du milieu. Lorsque la couche liquide est inférieure à 2 mm., l'excitation diminue après une irradiation supérieure à 30 minutes, et fait place à une forte inhibition.

Si le milieu atteint 3 cm. 5, la stimulation diminue après une irradiation dépassant 60 minutes, mais même après 3 heures nous n'avons pas constaté d'inhibition.

4° Les rayons infra-rouges augmentent le pouvoir assimilateur de notre organisme, le maximum est atteint après une expérience de 10 minutes, puis diminue. Mais même après une irra-

diation d'une heure et demie l'assimilation de la levure est supérieure à celle du témoin. Elle est inférieure à celle des cultures ayant subi une exposition ultra-violette.

5° La levure irradiée successivement par les rayons infra-rouges puis ultra-violets, subit une excitation maximum pour une expérience de 10 minutes, comme dans le cas de l'irradiation infra-rouge seule. Lorsque l'exposition mixte est supérieure à 20 minutes, le pouvoir assimilateur subit une inhibition. Il est inférieur à celui de l'organisme irradié par les rayons ultra-violets seuls ou infra-rouges seuls.

Mais l'assimilation de la levure ayant subi l'irradiation mixte diminue moins rapidement dans les premières 24 heures que celle ayant été exposée aux infra-rouges. Dans les deux cas, elle est inférieure à celle de l'organisme irradié par les ultra-violets.

6° En exposant un milieu glucosé à l'irradiation infra-rouge, ultra-violette, ou mixte, on constate que le substrat n'est pas modifié en ce qui concerne le sucre, et ne subit pas d'action stimulative.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

1 AGULHON (H.). — *Action des rayons ultra-violets sur les diastases :* C. R. Ac. d. Sciences, t. CLII, 1911, pp. 398—401.

— *Sur le mécanisme de la destruction des diastases par la lumière :* C. R. Ac. d. Sciences, t. CLIII, 1911, p. 779.

2 AIMARD (J.) et DAUSSET (H.). — *L'ultra-violet. La lumière solaire et artificielle. L'infra-rouge :* Le Progrès médical, juillet 1930, p. 1360.

3 ALIUS (H.-J.). — Voir Schall (127).

4 ANDERSON (W.-T.). — *Practical considerations in light dosage :* Medical Journal and Record., décembre 1929, pp. 637—639.

5 ARLOING (F.), POLICARD (A.) et LANGERON (L.). — *Aspects offerts par diverses cultures microbiennes sous l'action des radiations émises par la lampe à arc au mercure après filtration par des écrans de Wood (Lumière de Wood) :* Soc. Biol. Lyon, 19 janvier 1925, in C. R. Soc. d. Biol., XCII, p. 261.

6 ARNONE (L.). — *Ultraviolet Rays. What they are and how they act. :* Vet. Bull. Wash., XIII, 1924, suppl. 130—140.

7 AUMANN. — Voir Schwarz (131).

8 AYERS (S. H.) et JOHNSON (W. T.) *: The destruction of bacteria in milk by ultraviolet Rays. :* Centralbl. f. Bakt. u. Par. 40, 1914, p. 109.

9 BARNARD (E.) et MORGAN (H. de R.). — *Upon the bactericidal action of some ultraviolet radiations as produced by the continuous curent arc. :* Proc. of the Roy. Soc., t. LXXII, 1903, pp. 126—128.

— *The physical factors in phototherapy:* Britsh. Medic. Journ., nov. 1903, pp. 1269—1271.

10 Bedford (T. H. B.). — *The nature of the action of ultraviolet light on microorganisms :* Brit. Journ. Exper. Path., t. VIII, 1927, p. 437.

11 Benoit (C.). — *Action thérapeutique des infra-rouges en association avec les ultra-violets :* Rev. d'actinol. Par. 1926, II, pp. 100—105.

12 Bering (F.) et Meyer (H.). — *Methoden zur Messung der Wirksamkeit violetter und ultravioletter Strahlenquellen :* Strahlentherapie, Berl. u. Wien, 1, 1912, pp. 189—207.

13 Berthelot (Daniel). — *Les effets chimiques des rayons ultra-violets :* Rev. génér. d. Sciences, 1911, pp. 322—332.

— *Les rayons ultra-violets et les actions vitales :* Rev. scientifique, I, 1912, pp. 353—357.

Berthelot (Daniel) et Gaudechon (H.). — *Photolyse des diverses catégories de sucres par la lumière ultra-violette :* C. R. Ac. d. Sc., t. 155, 1912, p. 1153.

Berthelot (Daniel) et Gaudechon (H.). — *Photolyse de divers sucres complexes (bioses et trioses) par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 155, 1912, p. 1506.

Berthelot (Daniel) et Gaudechon (H.). — *Sur l'inversion du saccharose par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 156, 1913, p. 238.

14 Best (C. H.) et Ridout (J. H.). — *Measurement of ultra-violet by acetone methylene blue method. :* Am. J. Dis. Child. 34, 719—720, 1927.

15 Biancani (E.) et Biancani (H.). — *Les rayons ultra-violets :* Bulletin de l'Institut Pasteur, 1929, p. 194.

16 Bielecki (J.) et Wurmser (R.). — *Action des rayons ultra-violets sur l'amidon :* C. R. Ac. d. Sc., t. 154, 1912, p. 1429.

17 Bierry (H.). — *Action des rayons ultra-violets sur les hydrates de carbone :* C. R. Soc. Biol., 78, 1926, p. 330.

Bierry (H.) et Henri (Victor). — *Action des rayons ultra-violets sur certains hydrates de carbone :* C. R. Soc. d. Biol., 68, 1910, p. 821.

17 Bierry (H.), Henri (Victor) et Ranc (A.). — *Action des rayons ultra-violets sur certains hydrates de carbone :* C. R. Ac. d. Sc., t. 151, 1910, p. 316.

Bierry (H.), Henri (Victor) et Ranc (A.). — *Hydrolyse du saccharose par les rayons ultra-violets :* C. R. Soc. d. Biol., 70, 1911, p. 900.

Bierry (H.), Henri (Victor) et Ranc (A.). — *Action des rayons ultra-violets sur le saccharose :* C. R. Ac. d. Sc., t. 152, 1911, p. 1629.

Bierry (H.), Henri (Victor) et Ranc (A.). — *Inversion du saccharose par les rayons ultra-violets:* C. R. Ac. d. Sc., t. 155, 1912, p. 1151.

18 Billon-Daguerre. — *Mode de stérilisation intégrale des liquides par les radiations de très courte longueur d'onde :* C. R. Ac. d. Sc., t. CXLIX, 1909, pp. 810—812.

Stérilisation des liquides par les radiations de très courte longueur d'onde. Résultats obtenus : C. R. Ac. d. Sc., t. CL, 1910, pp. 479-481.

— *Sur un mode de soutirage des liquides en lames minces dans le cas de stérilisation par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. CLXI, 1915, p. 18.

19 Bonnet (M.-R.). — Voir Terroine (138).

20 Bordier (H.). — *Quantitométrie des rayons ultra-violets. Unité de quantité :* Lyon médical, t. 114, 1910, p. 566.

— *Méthode clinique de dosage des rayons ultra-violets. Unité de quantité. Chromo-actinomètre :* Bull. Acad. d. méd. Par. LXXXIII, 1920, pp. 59—62.

Bordier (H.) et Horand (R.). — *Actions des rayons ultra-violets et des rayons X sur les bactéries examinées à l'ultra-microscope :* Lyon médical, CXIV, 1910, pp. 574-577.

21 Bujwid (O.). — *Ueber die Wirkung des Lichtes auf Bakterien unter besonderer Berücksichtigung der ultravioletten Strahlen :* Oesterr. Vrtljschr. f. Gs. Wien, II, 1911, pp. 55-70.

— *Effect of light upon microorganisms, especially the weakening activity of para violet rays upon pathogenic bacteria contained in water :* Przegl. lek. Krakow, L, 1911, pp. 220—226.

22 Burge (W.-E.). *The action of ultraviolet radiation in killing living cells such as bacteria :* Am J. Physiol. Balt., XLIII, 1917, pp. 429—432.

23 Cambier (R.). — *Etude sur l'action bactéricide des radiations ultra-violettes et application :* Rev. d'hyg. Par., XXXII, 1910, pp. 411—414.

24 Cernovodeanu (Melle P.) et Henri (Victor). — *Etude de l'action des rayons ultra-violets sur les microbes :* C. R. Ac. d. Sc, CL, 1910, pp. 52—54.

— *Action des rayons ultra-violets sur les microorganismes et sur différentes cellules :* C. R. Ac. d. Sc., CL, 1910, pp. 729—731.

25 Chauchard (A.). — *Lois d'action des rayons ultra-violets sur les diastases* : Thèse sc., Par. 1920.

26 Chauchard (Mme A.). — *Rôle biologique de l'action des rayons ultra-violets sur les diastases:* Thèse sc. Par. 1920.

27 Christoph (H.). — Voir Luers (85).

28 Clark (J.-H.). — *A simple method of measuring the intensity of ultraviolet light with comparative results on a number of physiological reactions :* Am. J. Physiol. Balt. LXIX, 1924, pp. 200—209.

29 Cliquet (R.). — Voir Mallet (88).

30 Cluzet (J.) et Kofman (T.). — *Action des rayons ultra-violets seuls ou associés aux rayons X sur la germination :* Soc. Biol. Lyon, juin 1929; C. R. Soc. d. Biol., CI, 1929, p. 820.

31 Coblentz (W. W.). — *Methods of measuring ultraviolet radiation* : Radiology, 10 : 116-121, 1928.

— *Instruments for measuring ultraviolet radiation and the unit of dosage in ultraviolet therapy :* Medical Journal and Record, déc. 1929, pp. 691-695.

32 Cottenot et Fidon. — *Quelques mesures d'intensité de rayonnement ultra-violet avec le scléro-uviomètre Rio :* B. et M. de la Soc.de Radiol., juin 1927.

33 Courmont (J.). — *Les rayons ultra-violets. Leur pouvoir bactéricide. Applications à la stérilisation des liquides et notamment de l'eau :* Rev. d'hyg. Par. XXXII, 1910, pp. 578-596.

COURMONT (J.) et NOGIER (T.) : *Sur l'action stérilisante de la lampe en quartz à vapeur de mercure (Eaux potables etc.) Action sur les toxines microbiennes :* Bull. Soc. Méd. des Hôp. d. Lyon, VIII, 1909, pp. 154-156.

COURMONT (J.) et NOGIER (T.) : *Sur la faible pénétration des rayons ultra-violets à travers les liquides contenant des substances colloïdales* : C. R. Ac. d. Sc., t. 149, 1909, p. 364.

34 CYVIN (K.). — *Exact method of measuring effects of quartz lamp :* Casop. lek. cesk. 66 : 94-96, jan. 14. 1927.

35 DAHLFELD (C.). — *Zur rationellen Dosierung der ultravioletten Reizstrahlen* : Strahlentherapie. Berl. u. Wien, XVI, 1923-1924, pp. 75-95.

36 DAIRE. — Voir Dornic (40).

37 DANNEMEYER (F.). — Voir Peemöller (101).

38 DAUSSET (H.). — Voir Aimard (2).

39 DEJUST (L. H.). — *Action des radiations ultra-violettes sur les solutions aqueuses de quelques sucres réducteurs. Action sur le glucose :* C. R. Soc. Biol. 78, 1926, pp. 123-124.

— *Action sur le galactose ; le lactose ; le maltose. Causes d'erreurs* : C. R. Soc. Biol. 78, 1926, pp. 328-330.

40 DORNIC et DAIRE. — *Contribution à l'étude de la stérilisation par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 149, 1909, p. 354.

41 DORNO (C.). — *Ueber ultraviolette Strahlung :* Strahlentherapie. Berl. u. Wien. XIV. 1922, pp. 25-37.

— *Zum Gebrauch der Cadmiumzelle für Messungen der ultravioletten Strahlung.* Strahlentherapie, t. 25, 1927, p. 351.

42 DUCLAUX (J.) et JEANTET (P.). —*Transparence des eaux naturelles aux rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. t. 181, 1925, p. 630.

43 DUFRENOY (J.). — *Action des radiations ultra-violettes sur les zoospores de « Blepharospora cambivora Petri » et de « Phytophthora omnivora Parasitica »*: Rev. Pathol. végét. et Entom. agric., t. XII, oct-déc. 1925, p. 270.

44 Duhem (P.). — *Les Rayons ultra-violets. Leur nature. Leur mesure et leurs effets thérapeutiques* : Monde médical, Par. 1925, XXXV, pp. 400-409.

Duhem (P.) et Quivy (J.). — *Essai de mesure quantitative des rayons ultra-violets* : Bull. Soc. d. pédiat. d. Par. XXIII, 1925, pp. 113-118.

45 Eidinow (A.). — Voir Hill (65).
— Voir Webster (147).

46 Engel (F.). — *Zur Sterilisation der Milch durch ultraviolette Strahlen* : Stolk. Hildesheim, 1910.

47 Estey (R.-S.). — *The Measurement of therapeutic ultraviolet* : Medical Journal and Record, déc. 1930.

48 Feige (A.). — Voir Scal (126).

49 Fidon. — Voir Cottenot (32).

50 Flaschentrager (H.). — *Ueber die Strahlenmessung mit dem Furstenau-Aktinimeter* : Arch. f. Augen, München, XCVI, 1925, pp. 170-176.

51 Freer (P. C.) et Gibbs (H. D.). — *Mesure de l'intensité des rayonnements violets et ultra-violets.* : J. of., Phys. Chim. Revue scientifique 1913, p. 658.

52 Galeotti (G.). — *Sull'azione dei Raggi ultravioletti sui bacteri* : Annales de l'Institut Pasteur, t. 30, 1916, p. 49. Bulletin de l'Institut Pasteur, t. 14. 1916, p. 607.

53 Gasperi (F. de) et Sangiorgi (G.). — *Sulla questione della sterilizzazione del latte per mezzo dei Raggi ultravioletti* : Riv. di Ig. e di san pubbl. t. XXII, juill. 1912, p. 409.

54 Gasul (P. J.). — *On the question of dosimetry and a new method of dosage in treatment with ultraviolet rays* : Vestnik. Rent. i. Radiol. Mosk. III. 1924-25, pp. 79-84. Also transl : Deuts. Med. Wochn. Leipz. u. Berl. L. 1924.

55 Gates (F. L.). — *Etude de l'action bactéricide de la lumière ultra-violette* : J. g. Phy. Balt. nov. 1929, pp. 231-260.

56 Gaudechon (H.). — Voir Berthelot (13).

57 Gerber (U.) et Hirschi (A.). — *Action des rayons ultra-violets sur le lait* : Rev. génér. d. Lait, 1905.

58 Gibbs (H. D.). — Voir Freer (51).

59 Guillaume (A. G.). — *Les radiations lumineuses en physiologie et thérapeutique :* Par. 1927, Ed. Masson.

60 Hackradt (A.). — *Kolorimetrische Dosierung ultravioletter Strahlen künstlicher Lichtquellen mittels des Autenreith-Kœnigsbergerschen Kolorimeters:* Strahlentherapie, Berl. u. Wien. X, 1920, orig. 1137-1144.

61 Hælst (Van). — Voir Nobele (94).

62 Helbronner (A.). — Voir Henri (64).

63 Henri (Mme V.). — *Etude de l'action métabiotique des rayons ultra-violets. Production de formes de mutation de la bactéridie charbonneuse.* C. R. Ac. d. Sc., t. CLVIII. 1914, p. 1032.

— *Modification des caractères morphologiques et biochimiques de la bactéridie charbonneuse :* C. R. Ac. d. Sc. t. CLIX, 1914, p. 340.

Henri (Mme) et Henri (V.). — *Etude de l'action métabiotique des rayons ultra-violets. Théorie de la production de formes microbiennes nouvelles par l'action sur les différentes fonctions nutritives :* C. R. Ac. d. Sc., t. CLIX, 1914, p. 413.

64 Henri (Victor). — Voir Henri (Mme V.) (63).

— Voir Bierry (17).

— Voir Cernovodeanu (24).

Henri (Victor), Helbronner (André) et Recklinghausen (Max de). — *Stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 150, 1910, page 932.

— *Nouvelles recherches sur la stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 151, 1910, p. 677.

Henri (Victor) et Stodel (G.). — *Les rayons ultra-violets et leurs applications à la stérilisation :* Presse médicale 1910, pp. 27-29.

65 Hill (L.) et Eidinow (A.). — *The pratical methods of dosage of ultraviolet rays :* Practitioner Lond., CXV, 1925, pp. 102-111.

— Voir Webster (147).

66 Hirschi (A.). — Voir Gerber (57.)

67 Holweck (F.). — *Etude énergétique de l'action biologique de diverses radiations :* C. R. Ac. d. Sc., t. 190, 1930, p. 527.

68 Horand (R.). — Voir Bordier (20).

69 Hulubei (Horia). — *Sur une cellule photo-électrique pour l'ultra-violet. Procédé de sensibilisation :* C. R. Ac. d. Sc., juin, 1930; p. 1549.

70 Huyge (C.). — *Sterilisation du lait par les rayons ultra-violets.* Annuaire de la station agron. de l'État de Gembloux 1912, pp.. 201-214.

71 Jacoubov (N. A.).). — Voir Kasakevitch (74).

72 Jeantet (P.). — Voir Duclaux (42).

73 Johnson (W. T.). —Voir Ayers (8).

74 Kasakevitch (J. E.) et Jacoubov (N. A.). — *De l'action profonde et bactéricide des rayons ultra-violets :* Physiothérapie russe, 1929, nº 5. Annales de médecine physique et de physiobiologie 1930, fasc. 8, p. 242.

75 Keller (P.). — *Ueber die Dosierung ultravioletter Lichtstrahlen :* Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen Hamb. 1924, XXXII, 86-92.

— *Das Erythem Dosimeter, ein neues Photometer für ultraviolette Lichtquellen.* Klin. Wochens. Berl. III, 1924, pp. 1668-1670.

76 Kernbaum (Miroslaw). — *Décomposition de l'eau par les rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 149, 1909, p. 273.

77 Kofman (T.). — Voir Cluzet (30).

78 Lacassagne (A.). — *Différence de l'action biologique provoquée dans les levures par diverses radiations :* C. R. Ac. d. Sc., t. 190, 1930, p. 524.

79 Lagerberg (Ivar). — *Vergleichende Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Sporen und der vegetativen Formen einiger sporenbildender Bakterien gegenüber ultravioletttem Licht :* Zeitschr. f. Immunitäts f. I. Origin. t. XXVIII, 1919, pp. 186-197.

80 Langeron (L.). — Voir Arloing (5).

81 Leconte. — *Le spectre infra-rouge.* Les Presses universitaires de France éd. 1928.

82 Lobeck (O.). — *Ultraviolette Strahlen, ihre Anwendung zur Sterilisation von Milch und ihre Wirkung auf das in der Milch* enthaltene Fett 1905.

83 Lombard (M.). — *Effets chimiques et biologiques des rayons ultra-violets :* C. R. Ac. d. Sc., t. 150, 1910, p. 227.

84 Luckiesh (M.). — *Ultraviolet radiation. Its properties, production, measurement and application :* New-York, 1922, D. Van Nostrand Co.

85 Luers (H.) et Christoph (H.). — *L'action destructive des rayons ultra-violets sur les levures :* Centralbl. f. Bakt., II, Abt., Iena, 59, 1923, p. 8.

86 Lyman (T.). — *L'ultra-violet.* Par., 1924, F. Alcan. traduit par Mme M. J. Rivière,

87 Marmier (L.). — *La stérilisation des eaux potables par l'ozone ou par les rayons ultra-violets : :* Bulletin de l'Institut Pasteur. t. 9, 1911, p. 921.

88 Mallet (L.) et Cliquet (R.) *Cellule photo-électrique pour la mesure du rayonnement ultra-violet moyen :* C. R. Ac. d. Sc. t. 185, 1927, p. 1031.

— *Présentation d'un ultra-viomètre à cellule photo-électrique pour la mesure directe de l'ultra-violet moyen :* Bull. m. d. l. Soc. d. Radiol. méd. d. France, mars 1928.

89 Massol (L.). — *Action des radiations ultra-violettes sur l'amidon:* C. R. Ac. d. Sc., t. 152, 1911, p. 902.

— *Action des rayons ultra-violets sur l'amidon :* C. R. Ac. d. Sc. t. 154, 1912, p. 1645.

90 Meyer (H.). — Voir Bering (12).

91 Morgan (H. de R.). — Voir Barnard (9).

92 Mouton (H.). — *Les divers rayons et leur action physiologique. et thérapeutique :* Bulletin de l'Institut Pasteur, t. 2, 1904, pp. 137-185.

— *Activité chimique et biologique des rayons ultra-violets. Application à la stérilisation :* Bulletin de l'Institut Pasteur, t. 8, 1910, page 1009.

93 Nadson (G.) et Philippov (G.). — *Action excitante des rayons ultra-violets sur le développement des levures et des moisissures :* C. R. Soc. Biol. 80, 1928, p. 366. Bulletin de l'Institut Pasteur, t. 26, 1928, p. 297 et 592.

94 Nobele (de), Potter (F. de) et Haelst (Van). — *Action antagoniste des rayons ultra-violets et infra-rouges sur certaines espèces microbiennes :* Bruxelles méd. 22 déc. 1929, pp. 196-199.

95 Nogier (T.). — *Action biologique de la lampe en quartz de Kromayer:* Arch. d'élec. méd. Bordeaux XVIII, 1910, pp. 481-484.

— *Les rayons ultra-violets et leur application à la stérilisation des liquides :* Rev. d'hyg. et de police sanit., t. 32, 1910, pp. 421-431.

— Voir Courmont (33).

96 Oehlschlagel (Lotte). — *Ueber Abtötung von Bakteriensporen durch Licht :* Arch. f. Hyg. t. XCI. 1922, pp. 177.

97 Oker-Blom (M.). — *Ueber die keimtötende Wirkung des ultravioletten Lichtes in klarem, getrübtem und gefärbtem Wasser :* Zeits. f. Hyg. t. LXXIV, 1913, p. 197.

— *Ueber die Wirkungsart des ultravioletten Lichtes auf Bakterien :* Ztschr. f. Hyg. u. Infek. Leipz. LXXIV, 1913, pp. 242-247.

98 Pacini (A. J.). — *Ultraviolet radiation :* J, Radiol. Omaha, IV, 1923, pp. 80-84.

99 Passow (A.). — *Beitrag zur Photometrie ultravioletten Lichts :* Arch. f. Augenh. München u. Wiesb., XC, 1921, pp. 123-126.

100 Pech (J. L.). — *Phénomènes d'antagonisme entre diverses radiations :* C. R. Ac. d. Sc. t. 170, 1920, p. 1246.

101 Peemoller (Fr.) et Dannemeyer (F.). — *Wo liegt der « biologische Effekt » im ultravioletten Spektrum :* Strahlentherapie Berl. u. Wien., t. 26, 1927, p. 421.

102 Philippov (G.). — Voir Nadson (93).

103 Pincussen. — Zeitschrift für die ger. Experim. Mediz., t. XXVI, 1922, pp. 127—148.

104 Plesch. — Voir Zuntz (154).

105 Policard (A.). — Voir Arloing (5).

106 Porcelli-Titone (F.). — *Ueber die Beweglichkeider den ultravioletten Strahlen ausgesetzten Bakterien :* Centralbl. f. Bakteriol. Iena, LXXVI, 1915, Orig. 54—64.

107 Potter (F. de). — Voir Nobele (94).

108 Pougnet. — *Sur quelques actions physiques, chimiques et biochimiques des rayons ultra-violets :* Thèse doct. pharm. Par. 1922.

109 Quivy (J.). — Voir Duhem (44).

110 Ramain. — *Recherches sur l'influence des radiations solaires ultra-violettes et infra-rouges sur le taux des globules blancs blancs et la formule leucocytaire :* Thèse Montpellier, 1913.

11 Ranc (A.). — Voir Bierry (17).

112 Rancken (O.). — *Biologic effect of ultraviolet rays :* Finska läk sällsk. handl. 68 : 900—915, October 1926.

113 Raybaud (L.). — *De l'influence des radiations ultra-violettes sur le protoplasma :* C. R. Soc. d. Biol. 68, 1910, p. 381.

— *Influence des radiations ultra-violettes sur la germination des graines :* C. R. Soc. d. Biol. 68, 1910, p. 772.

114 Recklinghausen (Max de). — Voir Henri (64).

115 Reinhard (A.-W.). — *De l'influence de la lumière sur la multiplication de la levure :* C. R. Soc. d. Biol., t. LXXXIX, 1923, Bulletin de l'Institut Pasteur, 1924, p. 11.

116 Ridder (de). — *Les rayons ultra-violets :* Clinique brux., XXV, 1911, pp. 503—506.

117 Ridout (J.-H.). — Voir Best (14).

118 Rochaix. — *Les rayons ultra-violets et leurs applications à l'hygiène alimentaire :* Bulletin d. Sc. Pharmacol., t. 17, 1910, p. 396.

119 Römer (P.-H.) et Sames (T.). — *Notizen zur Frage der Milchsterilisierung durch ultraviolettes Licht :* Hyg. Rundschau, Bd. 20, 1910, pp. 873—877.

120 Rost (G.-A.). — *Beitrag zur praktischen Anwendung der Messung ultravioletter Strahlen künstlicher Lichtquellen :* Strahlentherapie Berl. u. Wien, X, 1920, Orig. 1129—1136.

121 Rousseau (E.). — *Test photochimique pour déterminer la perméabilité de certaines substances aux rayons ultra-violets :* C. R. Soc. d. Biol., 77, 1925, p. 1480.

— *Sur le virage de l'empois d'amidon-iodure soumis à l'action des rayons ultra-violets :* C. R. Soc. d. Biol., 77, 1925, p. 1482.

122 Ryder (Earl). — Voir Tanner (137).

123 Sames (T.). — Voir Römer (119).

124 Sangiorgi (G.). — Voir Gasperi (53).

125 Sartory (René). — *Etude de la dégradation de la cellulose chez quelques insectes xylophages sous l'influence de micro-organismes :* Thèse doct. sc. Par. 1929.

126 Scal (U.-Cl.) et Feige (A.). — *Stérilisation de grandes masses d'eau par l'ultra-violet :* C. R. Ac. d. Sc., t. 151, 1910, p. 770.

127 Schall (L.) et Alius (H.-J.). — *Zur Biologie des Ultraviolettlichts. Zur Frage der Dosimetrie des Ultraviolettlichts :* Strahlentherapie, Berl. u. Wien, XIX, 1925, pp. 559—573.

128 Scharff (M.-R.). — *Experiments of disinfection of water with ultraviolet light with a discussion of the laws of disinfection :* Journ. of infect. diseases, t. X, 1912, pp. 305—320.

129 Schiller (A.-E.). — *Ultraviolet methods of measurement of dosage :* Arch. Physic. Therapy, 9. july 1928, pp. 305—310.

130 Schmidt (L.). — *Ueber das Verhalten von Keimen auf der äusseren Haut gegenüber ultravioletten Lichte :* Centralbl. f. Bakt., I, t. LXXXVIII, 1922, p. 286.

131 Schwarz (L.) et Aumann. — *UeberTrinkwasser-Behandlung mit ultravioletten Strahlen :* Zeits. f. Hyg., t. LXIX, f. 1, 1911, pp. 1 et 68.

132 Seguin. — *Les rayons ultra-violets :* Normandie médicale, XXXV, Rouen, 1924, pp. 29—35.

133 Silbermann (A.). — *Ueber die Sterilisation von Wasser durch ultra-violette Strahlen :* Zeitschr. f. Hyg., t. LXXVII, 1914, pp. 189—216.

134 Stodel (G.). — Voir Henri (64).

135 Stoklasa (Julius). — *Ueber die Bedeutung der Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die photochemische Synthese der Kohlehydrate in der chlorophyllhaltigen Zelle :* Strahlentherapie Berl. u. Wien, t. 6, 1915, p. 119.

Stoklasa (J.), Stranak, Zdobuicky. — *Action des rayons ultra-violets sur la végétation :* Rev. scient., 1912, p. 336.

136 Stranak. — Voir Stoklasa (135).

137 Tanner (Fred W.) et Ryder (Earl). — *Action of ultraviolet light on yeast like fungi :* Botanical gazette, t. LXXV, 1923.

138 Terroine (Emile F.) et Bonnet M.-R.). — *Sensibilité comparée des formes actives et inactives des diastases aux rayons ultra-violets et à la chaleur :* Bulletin de la société de chimie biologique, t. 9, 1927, p. 982.

139 Thiele (H.) et Wolf (Kurt). — *Ueber die Abtötung von Bakterien durch Licht :* Archiv. f. Hyg., t. LVII, 1906, pp. 29—55; Archiv. f. Hyg., t. LX, 1907, pp. 29—39.

140 Tsukamoto (K.). — *Transparence de l'eau de mer pour l'ultra-violet lointain :* C. R. Ac. d. Sc., t. 184, 1927, p. 221.

141 Vallet (G.). — *Pénétration et action bactéricide des rayons ultra-violets par rapport à la constitution chimique des milieux :* C. R. Ac. d. Sc., CL, 1910, pp. 632—634.

— *De l'action bactéricide des rayons ultra-violets :* Montpellier médical., t. LIV, 1911, pp. 1—11.

142 Vasarhelyi. — Voir Verzar (143).

143 Verzar et Vasarhelyi. — *Der Co^2 Gehalt des Kapillar-Blutes und seine Bestimmung :* Biochemische Zeitschrift, 1924, p. 246.

144 Vignal (W.). — *Les rayons ultra-violets et infra-rouges :* Par. 1930, Doin éd.

145 Voi mar (Y.). — *Synthèse photochimique d'hydrates de carbone :* Bull. Soc. ch., XXVIII, 1920, p. 262, et XXX, 1921, p. 789.

— *Photolyse de l'acide tartrique et des acides-alcools :* C. R. Ac. d. Sciences, t. CLXXVI, 1913, p. 1615.

— *Photochimie des composés azotés :* Bull. Soc., ch. XXXVII, 1925, p. 603.

146 Voogt (J.-G. de). — *Untersuchungen über die bakterizide Wirkung der ultravioletten Strahlen :* Ztschr. f. Hyg. u. Infek. Leipz., LXXXI, 1916, pp. 63-68.

147 Webster (A.), Hill (L.) et Eidinow (A.). — *Measurement of ultraviolet light by means of an acetone methylene blue solution :* Lancet, Lond., I, 1924, pp. 745—747.

148 Wiesner (R.). — *Die Wirkung des Sonnenlichtes auf pathogene Bakterien :* Arch. f. Hyg., t. LXI, 1907, pp. 1—102.

149 Wolf (Kurt). — Voir Thiele (139).

150 Wucherpfennig (V.). — *Iodométrie des rayons ultra-violets :* Strahlentherapie Berl. u. Wien, 1930, 8, XI.

151 Wurmser (R.). — Voir Bielecki (16).

152 Zalewski. — *Les rayons infra-rouges. Leurs propriétes physiques. Leur emploi thérapeutique :* Thèse Par. 1928.

153 Zdobuicky. — Voir Stoklasa (135).

154 Zuntz et Plesch. — *Der Harn sowie die übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten :* II. Teil, p. 1302.

TABLE DES FIGURES

Pages

FIGURE I — Lampe productrice de rayons ultra-violets... 7

FIGURE II. — Spectrogramme. 8

FIGURE III. — Appareil de BARCROFT-HALDANE. 20

FIGURE IV. — Appareil de BARCROFT-HALDANE modifié par VERZAR et VASARHELYI 20

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I. — Lampes productrices de rayons ultra-violets 5

CHAPITRE II. — Dosage des rayons ultra-violets. 9

CHAPITRE III. — Les milieux de culture employés..... 13

CHAPITRE IV. — Action des rayons ultra-violets sur des cultures en gouttes pendantes de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR 15

CHAPITRE V. — Action des rayons ultra-violets sur les dimensions de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR 17

CHAPITRE VI — Influence des rayons ultra-violets sur le dégagement en gaz carbonique de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR 19

CHAPITRE VII. — Influence des rayons ultra-violets sur le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR 27

CHAPITRE VIII — Influence des rayons infra-rouges et des ultra-violets employés successivement sur le pouvoir assimilateur de *Saccharomyces cerevisiae* PASTEUR 37

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 45

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 47

TABLE DES FIGURES 61

TABLE DES MATIÈRES 63

Vu :

Strasbourg, le 18 mars 1931

Le Président du Jury

A. SARTORY.

Vu et approuvé :

Strasbourg, le 23 mars 1931

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie

F. JADIN.

Vu et permis d'imprimer :

Strasbourg, le 23 mars 1931

Le Recteur de l'Académie,

Président du Conseil de l'Université,

Pour le Recteur

Le Vice-Président du Conseil de l'Université

J. DUQUESNE.

IMPRIMERIE DES DERNIÈRES NOUVELLES DE STRASBOURG